Klempner-Schule.

Eine systematisch fortschreitende

Konstruktionslehre für Blecharbeiter.

Enthaltend

die wichtigsten Lehrsätze aus der darstellenden Geometrie, Projektionslehre, Entwickelung der Körpernetze, der Geifen, Modelle und Schablonen aus dem Klein- und Baugewerbe, sowie eine Anleitung zur Berechnung der Körper nach ihrem

Flächen- und Kubikinhalt.

Zum Gebrauche für Fortbildungsschulen sowie insbesondere zum Selbstunterricht.

Herausgegeben

von

Ch. Schröder,

städtischer Lehrer und Zeichenlehrer an der Fortbildungsschule zu Erfurt.

Erste Folge.

Nebst einem Atlas von 25 Foliotafeln mit 278 Beispielen.

Weimar, 1882.

Bernhard Friedrich Voigt.

Vorwort.

Was die Herausgabe dieses vorliegenden Werkes veranlaßt hat, ist nicht in dem leidigen Grunde zu suchen, die Klempnerlitteratur durch eine neue Nummer zu bereichern oder eine etwa momentan gefühlte Lücke auszufüllen, sondern allein darin, einem mehrfach ausgesprochenen Wunsche entgegen zu kommen.

Seit der Geheimerat Reuleaux unsere Gesamtindustrie mit jener bekannten, schwerwiegenden Kritik: „Billig, aber schlecht" kennzeichnen mußte, ist es nicht zu verkennen gewesen, daß der bessere Teil der Betroffenen große Anstrengungen gemacht hat, diese Scharte auszuwetzen. In allen größeren und kleineren Städten Deutschlands wurden Fortbildungsschulen gegründet und ihnen die Aufgabe gestellt, die jugendlichen Arbeiter — Lehrlinge — durch geeigneten Unterricht für ihren Beruf besser vorzubereiten, als dies der Unterricht der Volksschule thun kann.

So ist es geschehen, daß dem Verfasser durch das geschätzte Vertrauen des Stifters und Leiters

einer solchen Anstalt, Herrn Dr. Vorbrodt, der ehrende Auftrag zu teil wurde, den Unterricht im Zeichnen zu erteilen und so fiel ihm nach einer vorgenommenen Reorganisation die Fachklasse der Klempner zu. Was war natürlicher — aber auch pflichtmäßiger — als daß derselbe den Zeichenunterricht nun auch voll und ganz in den Dienst des Klempnergewerbes stellte! Er entwarf alsbald für sich einen Plan zur Erteilung dieser Disziplin, der nach kurzer Zeit nicht nur den Beifall der Sachverständigen, sondern auch den seiner vorgesetzten und höchsten Behörde fand und der den Wunsch hervorrief, ihn durch den Druck vervielfältigen zu lassen.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Verlegers ist es nun möglich geworden, zur Ausführung jenes Wunsches schreiten zu können, nachdem das Werk, der ursprüngliche Lehrplan, einer nochmaligen Bearbeitung vorgelegen hat, da ja Zweck und Ziel desselben nun ein allgemeinerer und vor allem das Selbststudium einschließender werden sollte und mußte.

Im allgemeinen wird Vorliegendes trotzdem immer noch den Schulcharakter an sich tragen, was aber wohl kaum einen Tadel verdienen wird. Denn bei der knappbemessenen Zeit, die in einer Fortbildungsschule dem Unterrichte im Zeichnen gewidmet wird, hat sich die Pflicht gebieterisch gegenüber gestellt, aus der Konstruktionslehre nur das Nötigste und mit dem Klempnergewerbe in direkter Beziehung Stehende darzubieten, wiewohl noch manches Wis-

senswerte und Gute hätte sollen Platz finden, und es ist dem Verfasser um so schwerer geworden, sich darin zu beschränken, weil er gerade diese Disziplin für diejenige hält, die am geeignetsten ist, den Verstand und die Denkkraft des Lernenden zu bilden und weil es leider noch Thatsache ist, daß der Wert der Konstruktionslehre noch vielfach verkannt wird.

Da es nicht Absicht sein konnte, hier ein Lehrbuch der Geometrie geben zu wollen, sondern nur einige Sätze der Geometrie nach ihrer praktischen Seite zu behandeln, so ist von einer stufenmäßigen Reihenfolge der Lehrsätze von vornherein abgesehen. Daß unter der Ankündigung „Vorbemerkung" einige nötige Definitionen und unter „Merke" wichtige Lehrsätze gegeben worden sind, ist aus Rücksicht gegen Mindereingeweihte geschehen und wird wohl ebensowenig Tadel verdienen.

Auch die im 15. Kapitel gegebene Anleitung zur Berechnung der Gegenstände stützt sich im wesentlichen auf die schon vorhandene Bekanntschaft mit dem Rechnen und ist daher meist repetitorisch gegeben.

Daß endlich die Aufstellung eines solchen Lehrplanes im Zeichnen eine Rechtfertigung erheische, hat der Schreiber dieses nicht geglaubt, annehmen zu müssen, da es ja jedem Pädagogen vom Fach zur Genüge bekannt sein muß, wie durch das willkürliche Haschen der Schüler bald nach dieser, bald nach jener Vorlage in ihnen nur ein verwerflicher Hang nach einer gewissen Zerfahrenheit groß ge-

zogen und die Lust zu einer steten, ernsten Arbeit bedenklich untergraben wird. Wird aber der Unterricht so eingerichtet, daß auf dem Erfaßten und Erlernten Posto gefaßt und mit der nächsten Aufgabe der Fuß sicher weiter gesetzt wird, so muß schließlich beim Lernenden selbst die Freude an einer ernsten und straffen Arbeit sich von selbst einstellen. Ebenso wichtig ist es aber auch, daß die geometrischen Lehrsätze dem Schüler nicht unvermittelt gegeben werden, sondern daß ein Einblick in das Warum geboten wird. Nur dann, wenn der Sinn der Aufgabe erfaßt und die Lösung etwa auch in anderer Form wiedergegeben werden kann, nur dann kann ein wahrer und bleibender Nutzen erwartet werden.

Sollte es nun noch einer näheren Motivierung des gewählten Ausdruckes: „Klempnerschule" bedürfen, so kann es keine andere sein, als der Hinweis auf das Ziel, welches sich dieses Werk gesteckt hat, nämlich durch eine gute technische Ausbildung den Lernenden auf eine höhere Stufe des Könnens zu heben. Dieses Ziel läßt sich aber erfahrungsmäßig nur durch Schulung des Geistes, der Urteils- und Denkkraft des Individuums erreichen. Durch Klarlegung der Gründe, warum ein Modell so und nicht anders sein darf, soll die mechanische Arbeit der Hand veredelt werden. Gelingt es, den Arbeiter auf diesen höhern Standpunkt zu heben und von dem des üblichen Herkommens zu lösen, so wird der Zeitpunkt gekommen sein, wo jene Scharte ausgewetzt sein wird.

Was nun die zeichnerische Ausführung der einzelnen Figuren anlangt, so sei erwähnt, daß alle Figuren zuerst möglichst sauber mit Blei aufgezeichnet, alsdann mit Tusche und Reißfeder resp. Zeichenfeder ausgezogen werden müssen. Die Figuren selbst, soweit sie Flächen oder Körper vorstellen, werden der Deutlichkeit und Anschaulichkeit wegen am besten mit einem blassen Farbe- oder Tuschtone angelegt und runde Gegenstände darstellende Figuren schattiert.

Die gestrichelten oder punktierten Linien, welche doch nur Hilfslinien sind, werden der Zeitersparnis wegen nicht gestrichelt, sondern mit farbiger, am besten roter Tinte ausgezogen.

Schließlich sei erwähnt, daß vorliegende Klempnerschule nur das darreichen will, was der Unterricht in einer Fortbildungs- und Fachschule notwendigerweise bieten muß, wenn er irgend Anspruch auf Zweckmäßigkeit und Nützlichkeit erheben will. Daß damit aber noch lange nicht alle Aufgaben gelöst sind, welche das Leben an das instruktive Klempnergewerbe stellt, wird jeder Sachverständige, der bestrebt ist, durch eine höhere Bildung auf ein höheres Niveau sich zu stellen, zugeben müssen.

Es hat daher der Verfasser sich entschlossen, dieser I. Folge demnächst eine II. folgen zu lassen, die nicht nur schwierigere Konstruktionen und kompliziertere Schnitte, sondern vor allem auch zahlreichere Beispiele aus dem Bau- und Kunstgewerbe enthalten soll; und es verfehlt daher der Genannte

nicht, an dieser Stelle strebsame und lernbegierige Kräfte darauf aufmerksam zu machen.

Sollte es vorliegendem Werke gelingen, angehende Klempner zur Ausübung ihres Gewerbes geschickter zu machen, Lust und Liebe für ihren gestaltungsreichen Beruf in ihnen zu wecken, Sinn und Geschmack für Schönheit und Kunst zu fördern, so dürfte es seine Aufgabe gelöst haben, und es wird sich für seine Mühe reichlich belohnt sehen.

Im Sommer 1881.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Zweites Kapitel.

Projektionslehre.

Drittes Kapitel.

Schnittkonstruktion von Gegenständen mit teils geraden, teils schiefen Begrenzungsflächen.

Viertes Kapitel.

Zuschnitte runder, konischer Gefäße.

Seite

Siebentes Kapitel.

Die Behandlung der Schnauzen und Ausgußröhren.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Achtes Kapitel.

Die ovale Zarge.

Neuntes Kapitel.

Entwickelung der Modelle für geschweifte Gegenstände.

Zehntes Kapitel.

Wie die Geisen zu Hohlgefäßen gefunden werden, wenn der Inhalt gegeben ist.

Elftes Kapitel.

Der Übergang aus einem Vierkant in einen Achtkant.

Zwölftes Kapitel.

Körperdurchdringungen und die Konstruktion der Netze.

Zweiter Abschnitt.

Einleitendes.

A. Über Zweck und Ziel.

Zu den Gewerben, die wie das Zimmer- und Maurergewerbe bei Ausführung ihrer technischen Arbeiten des öfteren genötigt sind, auf die Lehrsätze der Geometrie zurückzugreifen, gehört vor allem auch das Klempnergewerbe. Es ist das Klempnergewerbe dasjenige, welches — bewußt oder unbewußt — die abstrakten Lehrsätze jener Wissenschaft in konkrete Fälle einkleidet, ihnen Leben verleiht und überhaupt ihre Verwendbarkeit und Wichtigkeit für des Lebens Bedürfnisse vor Augen stellt. Sei es, daß der Klempner den Rumpf zu einem eckigen oder runden Hohlgefäße zuzuschneiden hat; sei es, daß er von der zirkelrunden zu der schwierigeren, elliptischen Form übergehen muß; sei es, daß er mehrere cylindrische Hohlkörper zu einem einzigen vereinigen muß; sei es endlich, daß er es nicht nur mit der äußeren Gestaltung eines Gefäßes sondern auch zugleich mit dem Volumen desselben zu thun hat: immer wird er genötigt sein, bei der Lehrmeisterin „Geometrie" anzuklopfen und sich Rats zu erholen.

Zwar mag es zugegeben werden, daß ein geschickter Arbeiter durch längeren Gebrauch und Umgang mit den erwähnten charakteristischen Formen es zuletzt dahin bringt, sozusagen instinktmäßig das Richtige zu treffen, allein einen angehenden Klempner auf diese Zeit vertrösten zu wollen, dürfte nicht geraten erscheinen, ganz abgesehen davon, daß

eine solche Sicherheit und Geschicklichkeit nicht jedem vergönnt sein wird, zu erreichen und daß es auch einem Talente passieren wird, einmal einen Fehlschnitt zu thun. Es wird doch immer das Beste sein, das Gewisse fürs Ungewisse zu nehmen und durch Konstruktion die richtige Kurve des gesuchten Schnittes zu suchen, denn es wird dadurch nicht nur Zeit, sondern auch Geld gewonnen! Zeit — weil ein richtig konstruiertes Modell, Geisen 2c. auf den ersten Schnitt paßt und passen muß; Geld — weil kein Material nutzlos verschnitten wird, was doch sonst kaum zu vermeiden ist.

Wenn nun das Klempnergewerbe sich dergestalt auf eine so wichtige Wissenschaft, wie die Geometrie es ist, stützt, so ist klar, daß nur derjenige Arbeiter etwas Ordentliches in seinem Geschäfte leisten wird, der in den Disziplinen derselben tüchtig Bescheid weiß und für jeden bestimmten Fall den richtigen Satz anzuwenden versteht, es ist ferner klar, daß ein solches Ziel nur auf einem stufenmäßigen, genetisch sich entwickelnden Unterrichtsgange erreicht werden kann.

Mit diesen Worten hat der Schreiber dieses zugleich den Zweck ausgesprochen, dem dieses Werk dienen möchte und den er sich als Ziel seines Unterrichtes an der ihm anvertrauten Anstalt gesteckt hat.

Aber auch aus einem noch anderen Grunde ist es wünschenswert und notwendig zugleich, auf dem Gebiete der Blechindustrie sich eine tüchtige technische Ausbildung zu verschaffen.

Es ist ein Faktum, daß das Klempnergewerbe vor vielen andern in der neueren Zeit die meisten Fortschritte in der Leistungsfähigkeit gemacht hat Wer nur ein offenes Auge für dasselbe hat, wird dies nicht nur in den Leistungen des Kleingewerbes, sondern auch im Baufach, ganz besonders aber in den zur Schau gestellten Arbeiten auf unseren Ausstellungen bestätigt finden. Fast möchte man behaupten, daß der Klempner dazu berufen sei, dem Baugewerbe Konkurrenz zu machen, wozu ihm allerdings die Wetterbeständigkeit seines Materials nicht geringen

Vorschub leistet. Daher sieht man auf fast jeder Ausstellung nicht nur stilvoll gehaltene Fensterbekleidungen, Dachluken, Akroterien, sondern auch architektonisch und kunstgemäß ausgeführte Mansardendächer, Grotten, Pavillons u. dergl.

Mag auch immerhin die Maschinenarbeit ihr gutes Teil an diesem Verdienste haben, die Handarbeit hat dennoch die erste und letzte Arbeit zu verrichten und was die Hauptsache ist, das Reißen und Konstruieren der einzelnen Teile und Glieder, besorgt keine Maschine!

Als notwendige Folge hieraus ergibt sich, daß der Klempner, wenigstens doch der auf Bau, sich eine genügende Kenntnis von den gebräuchlichsten Baugliedern aneignen muß und zwar nicht allein nach Form und Namen, sondern auch nach Art ihrer Anwendung und ihrem Charakter, den ein jedes einzelne für sich ausdrückt.

Diese Kenntnis zu vermitteln, ist der Tafel 22 anheim gegeben, die, zugleich als Übung im Freihandzeichnen, ihren Platz in diesem Werke wohl behaupten darf.

Wie die Tafel 22 verfolgen auch die drei letzten: 23, 24, 25 den Zweck, die Hand im Freihandzeichnen noch weiter zu üben und es ist aus Zweckmäßigkeitsgründen der Stoff hierzu dem Alphabete und einigen Monogrammen entnommen worden.

B. Über die methodische Verwendung dieses Werkes.

Zwischen dem unter Abschnitt A gezeigten Zweck und dem wirklich erreichten Ziel liegt aber selbstverständlich ein großer Raum, der überbrückt sein will. Er wird überbrückt durch eine passende Methode des Unterrichts, denn obschon die 25 Tafeln des Atlasses im wesentlichen zeigen, was angeeignet, gelernt und geübt werden muß, so liegt der Schwerpunkt doch immer in der Art und Weise, wie der Stoff zum Eigentum des Lernenden gemacht wird. Es sei daher noch gestattet zu zeigen, wie der Verfasser vorliegenden Lehrgang in der Fachklasse für Klempner verwertet.

Der Kursus darin ist ein dreijähriger; der Unterricht wird das ganze Jahr hindurch erteilt (jedoch mit Ausschluß der vierteljährigen Ferien). Demnach verteilt der Unterrichtsstoff sich so:

Im ersten Jahre werden die Schüler mit den wichtigsten Lehrsätzen aus der darstellenden Geometrie — soweit sie für das Klempnergewerbe Bedeutung haben — eingeführt. Der Unterricht ist Massenunterricht d. h. der Lehrer trägt den Stoff lehrend und zeichnend vor, fragt sodann denselben ab, um sich zu überzeugen, ob die Aufgabe und ihre Lösung richtig verstanden ist; nun erst beginnt die Arbeit der Schüler, indem sie die gestellte Aufgabe noch einmal und zwar auf dem Reißbrette unter Gebrauch der Reißschiene und des Zirkels lösen. Kleine Veränderungen der Aufgabe nach Lage, Form und Maß geben dem Lehrer Handhaben genug, um ein zweckloses unverstandenes Kopieren seitens der Schüler zu verhindern. Stoff für diesen Zeitabschnitt bieten hinreichend die Tafeln 1, 2 und 3.

Das zweite Jahr beginnt mit der Projektionslehre und setzt sich fort in dem Konstruieren der Körpernetze. Der Unterricht ist vorzugsweise noch Massenunterricht; erst gegen das Ende dieses Kursus beginnt das Zeichnen nach Vorlagen wie sie fast jede Tafel enthält, denn es ist wohl einleuchtend, daß die komplizierteren Lösungen sich nicht gut zum Anzeichnen an die Wandtafel eignen werden und daher nur für den Zweck des Einzelzeichnens gegeben sind.

Auch in diesem Stadium des Zeichnens gibt es Mittel genug, das sinnlose Abzeichnen der Vorlage, welches überall zu vermeiden ist, unmöglich zu machen. Man bestimmt zum Exempel die Größe nach dem Metermaße, verändert die Schiefe etwaiger schiefer Flächen, gibt ein anderes Profil, eine andere Einteilung u. s. w. Es kann nun auch das Anlegen der Zeichnung mit blasser Tusche oder Farbe geübt werden, es können Versuche im Schattieren gemacht, also Pinsel, Wischer und Schattierstift in Gebrauch gezogen werden. Freilich setzt das Schattieren

eine Belehrung über Licht und Schatten, über Beleuchtung u. s. w. voraus. Sie ist gegeben unter Kapitel 10, Tafel 19. Von großem Vorteil ist die Anwendung der wegen ihrer leichten Ausführbarkeit beliebten sogenannten Reuleauxschen Schattiermethode, wie sie an genannter Stelle gezeigt und erklärt wird. Sie wird überall mit gutem Gewinn da ausgeführt, wo größere Schwierigkeiten, wie sie geschweifte Gegenstände bieten, noch nicht auftreten. Durch ein derartiges Behandeln einer Aufgabe gewinnt die Zeichnung mit wenig Aufwand von Zeit ungemein viel an Anschaulichkeit und an Plastik.

Im dritten Jahre endlich soll der Schüler möglichst selbständig arbeiten. Es wird ihm nur die Aufgabe gegeben, und das Verhältnis des verjüngten Maßstabes bestimmt, die Ausführung ist nun Sache des Zeichners. Die wichtigeren Teile der Zeichnung werden in geeigneten Fällen als Detailzeichnung am besten in natürlicher Größe noch einmal gefertigt.

Unter Benutzung der Keilschen Tabellen werden Gefäße von bestimmtem Inhalt in beiden Verhältnissen konstruiert und die gefundenen Geisen möglichst in natürlicher Größe gezeichnet.

Ein guter Prüfstein für das Verständnis und die Urteilskraft des Zeichners bietet ferner das Konstruieren von Übergängen aus dem Vierkant in einen Acht- oder Sechskant, sowie das Zeichnen von Körperdurchdringungen und deren Netze Tafel 20 und 21, womit der Unterricht in einer Fortbildungsschule seinen Abschluß findet.

Wenn nun noch die Schüler angehalten werden — und es bedarf in den meisten Fällen nur einiger Anregung seitens des Lehrers — einzelne Gegenstände nach ihren eigenen Zeichnungen selbst anzufertigen, so dürfte eine Fortbildungsschule, die doch wohl überall unter erschwerenden Umständen arbeiten wird, alles erreicht haben, was sie erreichen kann.

Aber auch für gemischte Klassen wird sich vorliegender Plan mit Nutzen verwenden lassen, nur muß man alsdann nicht alles das verlangen wollen, was in einer

Fachklasse erreicht werden kann. Es wird alsdann der Text des Werkes den vortragenden Lehrer ersetzen müssen, was wohl kaum als Fehler zu betrachten ist, wenn nur das nutzlose Kopieren dabei vermieden wird.

Für das Selbststudium ergeben sich keine wesentlich anderen Gesichtspunkte als die schon angegebenen. Richtiges Erfassen der Aufgabe, folgerichtiges Denken und Schließen und nicht eher weitergehen, bevor die vorige Aufgabe zum sicheren Eigentume des Lernenden geworden ist, wird immer Hauptgrundsatz bleiben müssen.

C. Winke für den angehenden Zeichner.

Will der Arbeiter in der Werkstatt ein gutes Stück Arbeit liefern, so hat er auf dreierlei zu achten: auf gutes und scharfes Werkzeug, auf gutes Material und auf eine gute (wie man sagt: eigensinnige) Ausführung. Dasselbe gilt auch vom Zeichnen. Die Zeichenutensilien müssen sich in gutem Zustande befinden und das Zeichenmaterial von guter Qualität sein, wenn eine saubere Arbeit entstehen soll, denn nirgends tritt Unsauberkeit, flüchtiges (liederliches) Arbeiten so störend in die Augen, als beim Zeichnen.

Daher sollte sich der Zeichner gleich von der ersten Zeichenlektion an gewöhnen, jede, auch die kleinste Arbeit so gut als nur möglich zu machen; er sollte niemals denken, es komme auf diese oder jene Kleinigkeit nicht an. Nur wer so seine Kräfte täglich übt, täglich neuen Fleiß anwendet und täglich seine Hände zwingt, geschickter zu arbeiten, nur dem wird es gelingen, sich über das Niveau der Alltäglichkeit zu erheben. Ihm allein wird es aber auch nur anderseits beschieden sein, Freude an seiner Hände Werk zu erleben und Segen, als der Mühe Preis, zu ernten, wenn er noch heute die Wahrheit jenes alten Sprichwortes bestätigt findet:

„Handwerk hat einen goldenen Boden!“

D. Über die Zeichenutensilien.

Was nun die Zeichenutensilien und ihre Beschaffenheit anlangt, so sei hier folgendes bemerkt:

1) Das Reißbrett soll genau von Breiten, genau im Winkel, nicht windschief, auch nicht rund oder hohl sein. Es muß aus gut ausgetrocknetem Fichten-, Tannen- oder Lindenholz gefertigt sein. Letzteres Holz ist nicht etwa seiner geringen Schwere wegen vorzuziehen, sondern deswegen, weil es keine so harten Jahre wie das weiche Holz besitzt, also eine gleichmäßige Härte hat.

2) Die Reißschiene — sie besteht aus dem Kopfe und der Zunge — muß vor allem genau winkelrecht sein, die Anschlagsseite des Kopfes darf nicht konvex (rund) eher etwas konkav (hohl) sein; die Zunge darf weder zu dick noch zu dünn sein. Reißschienen mit sehr dünnen Zungen sind dem fertigen Zeichner allerdings die liebsten, weil sie ein genaues Arbeiten sehr erleichtern; sie verlangen aber eine sorgsame Behandlung und zur Konservierung der Zunge eine hölzerne Scheide.

Von der Richtigkeit einer Reißschiene überzeugt man sich, wenn man sie z. B. von links über das Reißbrett legt, einen Bleiriß zieht und sie sodann von der rechten Seite anschlägt. Stimmen beide Bleirisse überein, so ist die Richtigkeit erwiesen.

Die Reißschiene soll nur von einer Seite angeschlagen werden und zwar von der linken. Alle übrigen Linien sollen mit dem Dreieck gezogen werden; nur in dem Falle, daß letzteres zu kurz sein sollte, kann man auch senkrechte Linien mit der Reißschiene ziehen, man schlägt sie dann von unten an, weil die überragende Zunge dem Zeichner im Wege sein würde. Benutze stets, wenn es möglich ist, dieselbe Reißschiene und schneide mit ihr niemals den Bogen ab!

3) Das Dreieck muß dieselben Eigenschaften der Reißschiene besitzen. Zur Prüfung seiner Richtigkeit legt man es von der linken Seite dicht an die Reißschiene an

und macht einen Bleiriß; sodann schlägt man es in derselben Weise von der rechten Seite an und rückt den freistehenden Schenkel bis dicht an den vorhin gezogenen Bleiriß; ergibt sich hierbei eine Abweichung, so ist das Dreieck nicht im Winkel und für unsere Zwecke nicht zu gebrauchen. (Es muß jedoch vorausgesetzt werden, daß die Zunge der Reißschiene selbst genau fluchtrecht (geradlinig) ist. Man überzeugt sich hiervon, wenn man ein Auge schließt und die Zunge vor das geöffnete Auge so hält, daß man die Längenkante mit einem Blicke übersehen kann.)

Von großer Wichtigkeit für den Konstrukteur und geradezu unentbehrlich ist das rechtwinkelig gleichschenkelige Dreieck wegen seiner Neigung von 45°, „Gehrung" genannt. Jeder strebsame Zeichner sollte sich in den Besitz eines solchen und eines anderen mit einem möglichst langen Schenkel setzen!

4) Den Bleistift wähle man nicht zu hart und nicht zu weich, etwa Faber Nr. 3. Hat man viele lange Linien zu ziehen, so spitze man einen zweiten Bleistift zu, aber nicht kegelförmig wie gewöhnlich, sondern keilförmig nach Art der Zimmermannsstifte. Man kann mit einer solchen Spitze nicht nur länger arbeiten, ehe eine Schärfung nötig wird, sondern man erzielt damit viel schärfere und sichere Linien und somit größere Genauigkeit der Zeichnung. Man arbeite nur mit scharfer Spitze und lasse sich die Mühe des öfteren Spitzens ja nicht verdrießen! Gute Dienste hierbei leistet eine feine Eisenfeile.

5) Das Gummi, besonders das beliebte Radiergummi benutze man nicht zu oft, damit das Papier nicht vor der Zeit wund wird, was besonders nachteilig wirkt, wenn die Zeichnung mit Tusche ausgezogen oder mit Farbe angelegt werden soll. Man lasse daher lieber falsche Linien zuweilen stehen und bezeichne sie, um Irrtum zu vermeiden, mit kleinen Strichen.

6) Das Zeichenpapier ist gut, wenn es ein wenig körnig ist; ganz glattes eignet sich nicht gut für unsere Arbeit. Es ist jedem Zeichner anzuraten, das Auf-

spannen des Bogens selbst zu besorgen und sich so von dem Buchbinder unabhängig zu machen. Zu dem Ende bricht man ringsum den Rand des Bogens einen Bruch von etwa 1 cm Breite und befeuchtet mittels eines Wasserschwammes und reinen Wassers den übrigen Teil des Bogens möglichst gleichmäßig. Ist dies geschehen, so bestreicht man den umgebrochenen aber trocken gelassenen Rand mit flüssigem Gummi arabikum oder Leim, wendet den ganzen Bogen um und gibt ihm die passende Lage auf dem Reißbrette. Mit dem Falzbeine oder auch mit dem Finger reibt man nun den geleimten Rand auf das Brett nieder und ist bestrebt, schon jetzt den Bogen möglichst glatt und ohne Falten auszubreiten; so ist die Arbeit geschehen. „Eile mit Weile“ merke man hier sich in bezug auf das Trocknen, denn allzuschnelles Trocknen an der Sonne oder am Ofen macht meistens ein neues Aufspannen notwendig, weil der Bogen gewöhnlich wieder abspringt. Am besten gerät das Aufspannen, wenn man das Reißbrett nach beendetem Aufspannen so aufstellt, daß der nasse Bogen an die Wand kommt und somit allmählich austrocknet. Man zeichne nicht, wenn der Bogen noch feucht ist!

7) Die Reißfeder will sorgsam behandelt sein, wenn sie ihren Dienst gut leisten soll. Beide Stahlblätter müssen gleichlang und an ihren Spitzen gut abgerundet sein; sie muß die Tusche leicht aufnehmen und gleichmäßig wieder von sich geben. Diese Haupteigenschaft ist ihr aber nur dann zu erhalten, wenn sie nach jedem Gebrauche sorgfältig mit einem weichen Leder von innen und außen gereinigt wird. Um die Stahlblätter vor Rost und Stoß zu schützen, steckt man den stählernen Teil der Feder in eine abgeschnittene Gänsefederpose.

Vor jedem Gebrauche vergesse der Zeichner nicht, die Reißfeder, nachdem sie mit Tusche gefüllt ist, auf dem Rande des Zeichenbogens zu probieren, um sich so einesteils davon zu überzeugen, ob sie noch gut zieht, anderenteils aber auch zu prüfen, ob die Stärke der Linie der Zeichnung auch entspricht. Erst nachdem mittels der Re-

gulierschraube die Feder richtig gestellt ist, kann und soll man das Ausziehen auf dem Bogen beginnen. Von dieser Unterlassungssünde her schreiben sich die meisten unsauberen und verdorbenen Zeichnungen.

Wer seine Reißfeder schonen will, der vergesse endlich nicht, nach beendigtem Gebrauche die Regulierschraube zu lösen und die Stahlblätter somit etwas zu öffnen.

8) Die Zeichenfeder ist ebenso sorgfältig wie ihre Schwester die Reißfeder zu behandeln, wenn sie lange intakt bleiben soll; Reinlichkeit spielt auch bei ihr die Hauptrolle. Mit ihr zieht man alle Kurvenlinien aus, während mit jener nur die geraden.

9) Der Zirkel ist nächst der Reiß- und Zeichenfeder das diffizilste Handwerkszeug des Zeichners, daher zu schonen. Für unsere Zwecke genügt ein Stichzirkel und ein Einsatzzirkel. Der Stichzirkel dient zum Abteilen der Linien, der Einsatzzirkel zum Ziehen der Kreisbögen. Fasse den Zirkel nicht anders als am Kopfe an, damit er beim Arbeiten sich nicht verstelle!

Beim Ab- oder Einteilen von Linien vermeide man das Eindringen der Zirkelspitzen in das Papier, wie ebenso beim Ziehen mehrerer konzentrischer Kreise. In ersterem Falle setzt ein akkurater Zeichner lieber den Zirkelfuß ganz leicht auf und markiert den Strich, indem er mit einem scharfen Bleistifte genau vor der Zirkelspitze eine Bleimarke macht; in letzterem Falle vermeidet er, falls er einen Zirkel mit Nadeleinsatz — Haarzirkel — nicht besitzt, das böse Loch damit, daß er ein dünnes durchsichtiges Stückchen Horn unter den nicht schreibenden Fuß des Zirkels legt. Hat man nötig, den Bleifuß oder die Zirkelreißfeder einzusetzen, so beugt man in beiden Fällen das Knie, damit Stift oder Feder beim Ziehen stets senkrecht das Papier treffen.

10) Der Pinsel muß schlank sein und spitz. Seine Größe richtet sich nach der Größe der damit zu behandelnden Fläche; mit kleinem Pinsel läßt sich eine größere Fläche nicht fleckenlos anlegen. Außer dem Tuschpinsel muß stets noch ein etwas größerer zur Hand sein als

Wasserpinsel für den Fall, daß Stellen weggewaschen werden müssen.

11) Soll eine Zeichnung mit Tusche, Farbe oder auch (schwarzen) Kaffee angelegt werden, so darf dies nur in blassen Tönen geschehen, wenn sie nicht fleckig werden soll. Die Anlage wird dann öfters wiederholt, wenn die erstere nicht mehr glänzt. Man nehme den Pinsel nicht zu voll und nicht zu trocken und vermeide das Antrocknen der Farbe an einzelnen Stellen, damit keine Ränder entstehen.

12) Die beste und sicherste Anleitung zum Zeichnen ist und bleibt jedoch die: übe, beobachte, vermeide jeden gemachten Fehler, und nun frisch an die Arbeit!

Erstes Kapitel.

Darstellende Geometrie.

Erster Abschnitt.

Die gerade Linie und der Winkel.

(Fig. 1 bis 16, Taf. I.)

Die Fig. 1 bis 8 sollen nur dazu dienen, dem Zeichner die erste Bekanntschaft mit Reißschiene, Dreieck und Reißfeder zu übermitteln. Die Linien sollen gleichweit voneinander entfernt sein und ihre Enden in eine gerade Linie fallen; es darf somit keine länger oder kürzer sein. Die wagerechten Linien zieht man stets von links nach rechts, die senkrechten von unten nach oben; nicht alle Linien sind gleich stark ausgezogen. Probiere die Reißfeder erst auf dem Rande des Bogens bevor Du ausziehest!

Fig. 9, Taf. I.

Aufgabe. Die Linie ab ist gegeben, in o soll eine andere senkrecht zu ihr gezogen werden.

Lösung. Man setzt den Zirkel in o ein und schneidet mit beliebiger Zirkelöffnung auf der Linie ab rechts und links gleiche Stücke ab. In diese erhaltenen Durchschnittspunkte cd setze man abwechselnd den Zirkel mit etwas weiterer Öffnung ein und schlage kleine Kreisbogen,

so daß sie sich in e schneiden. Wird nun eine gerade Linie durch das Kreuz e nach o gezogen, so steht diese zu der gegebenen ab senkrecht und die Aufgabe ist gelöst.

Aufgabe A. Gib der gegebenen Linie ab eine etwas geneigte Lage und errichte ebenfalls in o eine senkrechte Linie.

Aufgabe B. Thue dasselbe noch einmal, aber gib der Normalen (so heißt die senkrecht zu ab gezogene Linie) die Lage nach unten.

Fig. 10, Taf. I.

Aufgabe. An das Ende der gegebenen Linie ab soll eine Senkrechte errichtet werden, ohne daß ab verlängert wird.

Lösung. Man nimmt den Punkt o beliebig an, setzt den Zirkel ein und schlägt einen Kreisbogen so, daß er den Endpunkt a berührt und die Linie ab selbst in c schneidet. Von c aus zieht man durch o den Durchmesser cd; verbindet man nun den gefundenen Punkt d mit a, so steht die Linie da auf ab senkrecht.

Aufgabe A. Gib der Linie ab ebenfalls eine geneigte Lage und löse dieselbe Aufgabe!

Aufgabe B. Gib ab eine andere Neigung und ziehe die Senkrechte nach unten!

Fig. 11 bis 13, Taf. I.

Aufgabe. Die Gegebene ab soll in ihrer Mitte von einer geraden Linie normal (senkrecht) durchschnitten werden.

Lösung. Man setze abwechselnd den Zirkel in beiden Endpunkten a und b ein und schlage mit einer Zirkelweite, die größer ist als die Hälfte von ab, Kreisbögen so, daß sie sich oberhalb und unterhalb der Gegebenen schneiden. Werden nun diese Kreuzungspunkte durch eine gerade Linie verbunden, so ist obige Aufgabe gelöst.

Aufgabe A. Neige ab und löse alsdann dieselbe Aufgabe.

Anmerkung. Diese drei Lösungen werden in der Praxis meist durch ein kürzeres Verfahren ersetzt, indem man bei **Fig. 9** und **10** zum Dreieck greift, dieses dicht an die Reißschiene legt und so lange hin und her rückt, bis der freie Schenkel genau an den Punkt o zu liegen kommt, wie dies **Fig. 12** veranschaulicht.

Hat die Linie, zu welcher andere Linien senkrecht gezogen werden sollen, eine geneigte Lage, so gibt man der Reißschiene oder dem Lineale dieselbe geneigte Lage und verfährt mit dem Dreiecke wie eben beschrieben. **Fig. 13** soll dies veranschaulichen. Trotz alledem glaube der Anfänger nicht, daß jene ersten drei Lösungen übrig seien; denn sie müssen bekannt und gelernt sein.

Fig. 14, Taf. I.

Vorbemerkung. Wenn zwei gerade Linien sich in einem Punkte treffen, so entsteht ein Winkel.

Aufgabe. Der spitze Winkel 1 soll an die Linie a b getragen werden.

Lösung. Setze den Zirkel in den Scheitelpunkt des Winkels 1 und schneide durch einen Kreisbogen auf beiden Schenkeln des Winkels gleiche Stücke ab. Mit derselben Zirkelweite beschreibe einen gleichen Bogen von a aus so, daß er a b in x' schneidet. Hierauf setzt man den Zirkel in x ein und mißt die Schenkelöffnung x y, trägt sie auf dem zweiten Kreisbogen von x' nach y' und verbindet y' mit a durch eine gerade Linie. Aufgabe A. Neige a b und trage den Winkel 1 nach links ab.

Fig. 15, Taf. I.

Aufgabe. Der Winkel b a c soll halbiert werden.

Lösung. Man legt den Transporteur (siehe Zeichnung) so an die gerade Linie a c, daß die Kimme des Instrumentes mit der scharfen Ecke genau auf a zu liegen kommt und liest alsdann auf der Rundung desselben den Grad ab, den der zweite Schenkel a b bezeichnet. Legt man nun den Transporteur genau so an die Linie a' c' und markiert den vorhin gemerkten Grad (hier 70) durch

die Bleimarke d, so braucht man nur nach Wegnahme desselben d mit a zu verbinden und hat somit die in **Fig. 14** gelöste Aufgabe auf einem mechanischen Wege gelöst. Das Halbieren des Winkels kann nun durch Rechnung geschehen, indem man außer der Marke d (die nicht einmal zu diesem Zwecke nötig ist) die Marke e bei Grad 35 setzt und e mit a verbindet.

Wer jedoch nicht in dem Besitze dieses Winkelmessers ist, muß ihn durch Konstruktion ersetzen, wie dies geschieht in

Fig. 16, Taf. I.

Vom Scheitelpunkte a aus beschreibt man einen Kreisbogen durch beide Schenkel gehend; von b und c aus schlage das Kreuz d und verbinde d mit a, so ist der Winkel halbiert.

Anmerkung. Beim Bezeichnen eines Winkels durch drei Buchstaben setzt man den am Scheitel stets in die Mitte, also b, a, c.

Zweiter Abschnitt.

Geometrische Figuren.

a) Das Dreieck.

(Fig. 17 bis 24, Taf. I.)

Vorbemerkung. Ein Dreieck ist eine Figur, welche drei Seiten und drei Winkel hat. Die Winkelsumme in jedem Dreiecke beträgt 2 Rechte = 180^0. Es gibt gleichseitige, ungleichseitige und gleichschenkelige, recht-, spitz- und stumpfwinkelige Dreiecke. Die Seiten eines rechtwinkeligen Dreiecks führen einen besonderen Namen, denn man nennt die zwei Seiten, welche den rechten Winkel einschließen: Katheten und die Seite, die demselben gegenüber liegt: Hypotenuse.

Fig. 17, Taf. I.

Aufgabe. Von dem gleichseitigen Dreieck a b c soll der Mittelpunkt gesucht werden.

Lösung. Um zunächst das gleichseitige Dreieck selbst zu zeichnen, nehme man die Seite a b in den Zirkel und schlage von a und b aus Kreisbogen so, daß sie sich in c schneiden, wird c mit a und b durch gerade Linien verbunden, so ist das gleichseitige Dreieck gefunden.

Soll von diesem Dreiecke nun der Mittelpunkt gesucht werden, so setze man abwechselnd den Zirkel in a und c ein und schlage das Kreuz 1, sodann in c und b und schlage das Kreuz 2. Wird nun das Kreuz 1 mit b, und das Kreuz 2 mit a verbunden, so schneiden sich diese geraden Linien im Mittelpunkte o des Dreiecks, der zugleich auch Schwerpunkt ist.

Merke: Jeder Winkel im gleichseitigen Dreieck beträgt 60°.

Fig. 18, Taf. I.

Zeichne ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck und merke die eingeschriebenen Gradzahlen der Winkel!

Fig. 19, Taf. I.

Aufgabe. Die Grundlinie a b ist gegeben und die Seite d e. Es soll daraus ein gleichschenkeliges Dreieck gebildet werden.

Lösung. Nimm d e in den Zirkel und kreuze von a und b aus in c, so ist a b c das gesuchte Dreieck.

Anmerkung. Wird von c aus eine gerade Linie senkrecht auf a b gezogen, so wird nicht nur der Winkel an der Spitze c, sondern auch die Basis (Grundlinie) a b halbiert und diese Normale gibt zugleich die Höhe des Dreiecks an.

Merke: Im gleichschenkeligen Dreieck sind die Winkel an der Basis einander gleich; also $\angle m = \angle n$.

Fig. 20, Taf. I.

Aufgabe. Von dem stumpfwinkeligen Dreieck a b c soll die Höhe gesucht werden.

Lösung. Verlängere die Grundlinie a b über b hinaus. Von c aus fälle eine Normale bis zur verlängerten Grundlinie, so gibt die Normale c d die Höhe des Dreiecks an.

Fig. 21, Taf. I.

Diese Zeichnung will veranschaulichen, daß Dreiecke an Größe einander gleich sind, wenn sie gleichlange Grundlinien und gleiche Höhe haben. Dies ist bei den Dreiecken I, II, III der Fall, darum ist ein Dreieck so groß wie das andere. Zeichne zuerst das Dreieck I, verlängere die Grundlinie a b bis b'' und mache a' b' und a'' b'' = a b. Von der Spitze c aus ziehe eine gerade Linie parallel zu a b, so können die Dreiecke II und III leicht vollendet werden.

Merke. Dreiecke von gleicher Grundlinie und gleicher Höhe sind einander gleich.

Fig. 22, Taf. I.

Das ungleichseitige Dreieck a b c ist gegeben. Ziehe ich durch die Spitze c eine gerade Linie parallel zu a b und mache diese = a b, verbinde b mit d, so habe ich ein zweites gleichgroßes Dreieck erhalten (in umgekehrter Lage). Beide Dreiecke bilden nun das schiefwinkelige Viereck (Parallelogramm) a b c d und es ist somit ein Dreieck (a b c oder b c d) die Hälfte des Parallelogrammes a b c d.

Merke. Jedes Dreieck ist die Hälfte eines Parallelogrammes, wenn es mit ihm gleiche Grundlinie und gleiche Höhe hat.

Fig. 23, Taf. I.

Aus vorigem Lehrsatze folgt, daß, wenn die Seite eines Dreiecks halbiert und mit dieser halben Dreiecksseite und der Grundlinie ein Parallelogramm gebildet wird,

daß dieses letztere dann mit dem ursprünglichen Dreiecke gleichen Flächeninhalt hat. (Dreieck c d f = Dreieck b e f.)

Fig. 24, Taf. I.

Aufgabe A. Verwandle Dreieck a' b' c' in ein Parallelogramm, indem die Grundlinie a' b' halbiert wird.

Aufgabe B. Verwandle dieses Dreieck in ein Parallelogramm, indem die Senkrechte b' c' halbiert wird.

b) Das Quadrat.

Vorbemerkung. Das Quadrat ist ein Viereck, welches vier gleiche Seiten und vier rechte Winkel hat.

Fig. 25, Taf. I.

Aufgabe. Die Seite a b ist gegeben, es soll daraus ein Quadrat konstruiert werden.

Lösung. Errichte in a eine Normale und mache sie = a b. Sodann fasse a b in den Zirkel und kreuze abwechselnd von b und c aus in d, verbinde d mit b und c, so ergibt sich das Gesuchte.

Fig. 26, Taf. I.

Es ist hier dasselbe Quadrat auf einem andern Wege konstruiert worden, indem man die Normale a c von b aus mit einem Winkel von 45° (Gehrung genannt) = a b gemacht hat. Hierauf ist in b ebenfalls eine Normale errichtet worden von unbestimmter Länge und von c aus mit der Reißschiene nach d übergewinkelt worden.

Fig. 27, Taf. I.

Aufgabe. Der Winkel 1 ist gegeben und die Grundlinie a b. Hieraus soll ein Rhombus (schiefwinkeliges Viereck mit gleichen Seiten) konstruiert werden.

Die Lösung setzt sich aus Früherem zusammen und es bedarf deshalb hier nur des Hinweises auf **Fig. 14** oder **15** und **25**.

Fig. 28, Taf. I.

Hier sind die senkrechten Seiten eines Quadrates halbiert und die Halbierungspunkte durch eine Gerade verbunden worden. Dadurch ist das Quadrat in zwei gleiche Teile geteilt worden; das Rechteck a ist die Hälfte vom Quadrat. Aus demselben Grunde muß auch Rechteck b die Hälfte vom Quadrat sein, denn es hat wohl gleiche Höhe aber nur halbe Breite mit ihm.

Fig. 29, Taf. I.

Aufgabe. Das Rechteck a b c d ist gegeben und soll in ein an Flächeninhalt gleichgroßes Quadrat verwandelt werden.

Lösung. Verlängere die Grundlinie a b über b hinaus und mache die Verlängerung gleich der Höhe des Rechtecks (b d' — b d). Die ganze Länge a d' halbiere in e und schlage von e aus einen Halbkreis über a d' (mit dem Radius a e). Verlängere ich nun die Rechtecksseite b d bis zur Peripherie des Halbkreises, so gibt diese Länge b f die Seite des gesuchten Quadrats an mit deren Hilfe dasselbe leicht gezeichnet ist.

Fig. 30, Taf. I.

Aufgabe. Das Dreieck a b c ist gegeben und soll in ein gleichgroßes Quadrat verwandelt werden.

Lösung. Errichte in einem Endpunkte der Grundlinie a b eine Normale (hier in a) von unbestimmter Länge, halbiere eine Dreiecksseite und ziehe vom Halbierungspunkte h eine Linie parallel zu a b bis zur Normalen; a e trage nach a e'. Die Länge b e' wird nun in f halbiert und über b e' von f aus ein Halbkreis gezogen, welcher die anfangs gefällte Normale in g schneidet. a g ist nun das Maß für eine Quadratsseite und das damit konstruierte Quadrat a i g k hat mit dem Dreiecke a b c gleichen Flächeninhalt erhalten.

Aufgabe. Löse diese Aufgabe noch einmal an der Fig. 24 so, daß b' c' halbiert wird!

Der pythagoräische Lehrsatz und einige seiner Anwendungen*).

Fig. 31, Taf. I.

Wird ein rechtwinkeliges Dreieck so gezeichnet, daß die eine Kathete 3 die andere 4 cm lang ist, so ist die Hypotenuse 5 cm lang. Dieses Verhältnis 3 : 4 : 5 bleibt immer dasselbe, es mag das Dreieck nach Millimetern, Metern oder Kilometern gemessen werden.

Aufgabe. Zeichne drei verschiedene Dreiecke nach diesem Verhältnisse und gib der kurzen Kathete die Länge von 30, 45, 36 mm. Wie lang muß alsdann die große werden?

Fig. 32, Taf. I.

Hier ist ein solches Dreieck gezeichnet worden und jeder Seite die oben gedachte Einteilung gegeben. Errichtet man nun auf jeder Dreiecksseite ein Quadrat, so daß die Dreiecksseite das Maß für das zugehörige Quadrat ist, so kann jede Seite eines Quadrates in soviel Teile geteilt werden, als die Dreiecksseite angibt. Werden nun aus den Teilpunkten gerade Linien gezogen, so wird jedes Quadrat in eine Anzahl kleinerer Quadrate geteilt und zwar das kleine in $3 \cdot 3 = 9$; das größere in $4 \cdot 4 = 16$ und das Hypotenusenquadrat in $5 \cdot 5 = 25$ Quadrate. Die Quadrate der beiden Katheten enthalten aber zusammen $9 + 16 = 25$, also gerade soviel als das Hypotenusenquadrat.

Merke. Das Quadrat der Hypotenuse ist an Flächeninhalt gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten.

Fig. 33, Taf. I.

Da obiger Lehrsatz für alle rechtwinkelige Dreiecke gilt, so muß er auch Geltung haben bei einem rechtwinkelig

---

*) Pythagoras war ein griechischer Mathematiker und lebte 560 vor Chr.

gleichschenkeligen Dreieck. Es ist also das Hypotenusenquadrat A = den Quadraten B + C (Kathetenquadraten) folglich A noch einmal so groß als B oder C, da die beiden letzteren unter sich einander gleich sind.

Fig. 34, Taf. I.

Sollte also ein Hohlgefäß von quadratischer Grundfläche aus irgend einem Grunde noch einmal so klein gemacht werden, ohne daß die Höhe der Zargen verändert wird, oder es sollte der kubische Inhalt beibehalten, die Höhe der Zargen aber verdoppelt werden, so kann diese Aufgabe nur dadurch gelöst werden, daß die Grundfläche noch einmal so klein angelegt wird.

Man zeichne daher an irgend eine Seite des Quadrats a b c d ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck, indem man den Seiten eine Neigung von 45° gibt, so ist eine solche Dreiecksseite (Kathete) e b oder e d die Länge für die Seite des zu suchenden Quadrates.

Fig. 35, Taf. I.

Soll hingegen das Umgekehrte eintreten, das Gefäß an Inhalt noch einmal so groß werden bei gleicher Höhe der Zargen, so zeichne in das Quadrat a b c d eine Diagonale (hier c d) und konstruiere mit dieser Länge (c d) das Quadrat b c e f, welches nun noch einmal so groß als a b c d ist.

Beweis. Werden in dem neuen Quadrate die Diagonalen c f und b e gezogen, so wird es in vier Dreiecke zerlegt, von denen das erste Quadrat nur zwei hat.

Fig. 36, Taf. I.

Sollte uns die Aufgabe gestellt werden, aus drei verschiedenen Gefäßen von quadratischer Grundfläche und gleicher Zargenhöhe ein einziges herzustellen, was den ganzen Inhalt der drei Gefäße faßt, so verfahre man so:

Man messe zunächst von jedem Quadrate eine Seite und es seien beispielsweise die Linien 1, 2, 3 die drei verschiedenen Seitenlängen der Gefäßböden; nun setze man

Seite 1 und 2 zu einem rechten Winkel zusammen und verbinde die freien Enden durch eine gerade Linie, so entsteht das Dreieck I. An diese neue Dreiecksseite (Hypotenuse) setze man ebenfalls unter einem rechten Winkel die Seite 3 und vollende diese Figur wieder zu einem Dreiecke (II). Diese letztgezogene Dreiecksseite (Hypotenuse) ist nun das Maß für die Seiten des gewünschten Quadrates. (Warum? Der Beweis liegt in den **Fig. 32** bis **35.**)

Aufgabe. Löse diese Aufgabe noch einmal unter Benutzung der Linien 4, 5, 6 und mache Dir recht klar, warum die Sache ihre Richtigkeit haben muß.

Anmerkung. Ist dem Klempner die Form eines Gefäßes frei gestellt, so wird er stets am besten thun, hierfür das Quadrat anstatt einer anderen Figur z. B. eines Rechtecks zu wählen. Dieser gute Rat scheint an dieser Stelle wohl ganz überflüssig zu sein, weil der Klempner von selbst, sozusagen instinktmäßig, dasselbe thut. Es soll hier darum nur nachgewiesen werden, warum es so ist.

Hätte z. B. ein Quadrat 10 cm Seitenlänge, ein Rechteck aber 20 cm Länge und 5 cm Breite, so hätten zwar beide Parallelogramme gleichen Flächeninhalt, da ja $10 \cdot 10 = 5 \cdot 20 = 100$ qcm ist. Das Rechteck hat aber an Umfang $2 \cdot 20 + 2 \cdot 5 = 50$ cm Grenze, während das Quadrat nur $4 \cdot 10 = 40$ cm Umfang hat. Mithin wird beim Quadrat 1 cm Länge erspart, was, wenn es im großen ausgeführt wird, immer von Belang für die Kasse des Klempners ist, da ja die Arbeit an und für sich und der Wert der Arbeit derselbe bleibt.

Wollte man gar ein Dreieck dem Boden eines Gefäßes zu Grunde legen, so würde sich ein noch ungünstigeres Verhältnis ergeben, denn es verhält sich der Umfang folgender Figuren bei gleichem Flächeninhalte wie die Zahlen: Dreieck 300,0 zum
Rechteck 288,0 zum
Quadrat 264,0 zum
Kreis 235,5.

Der Kreis gibt also das für den Klempner günstigste Resultat.

c) Der Kreis.

(Fig. 1 bis 26, Taf. II.)

Um eine gute Zirkelführung zu erlangen, ist es von Nutzen, einige Aufgaben aus dem Bereiche des Zirkels zu lösen, und da diese alle in das Klempnerfach fallen, mögen sie hier ihre Beachtung finden.

Vorbemerkung. Der Kreis ist eine regelmäßig gekrümmte, in sich selbst zurückkehrende Linie, deren Punkte gleichweit vom Mittelpunkte entfernt sind.

Fig. 1, Taf. II.

Haben mehrere Kreise ein und denselben Mittelpunkt wie in diesem Beispiele, so nennt man sie konzentrische Kreise. In

Fig. 2, Taf. II,

ist dieses nicht der Fall, denn es hat jeder Kreis einen andern Mittelpunkt (1, 2, 3, 4, 5); wohl aber haben sie alle einen Punkt der Peripherie (Umfangslinie des Kreises) gemein. Solche Kreise nennt man exzentrische.

Anmerkung. Man hüte sich bei **Fig. 1** ein Loch in das Papier zu bohren und in **Fig. 2** die Kreisbogen beim Ausziehen ineinander laufen zu lassen!

Fig. 3, Taf. II.

In jedem Kreise läßt sich der Radius (Halbmesser) sechsmal auf der Kreislinie abtragen. Thue dies nach Anleitung der Figur und verbinde diese sechs Teilpunkte durch gerade Linien (Sehnen), wodurch ein regelmäßiges Sechseck entsteht.

Merke. Jede Linie, die innerhalb eines Kreises von einem Punkte der Peripherie zum andern geht, heißt: Sehne.

Fig. 4, Taf. II.

Aufgabe. An einen Kreis soll die Tangente (Berührungslinie) e f gezogen werden.

Lösung. Man zieht von dem beliebig angenommenen Punkte a aus den Radius a c und errichtet auf ihm in a eine Normale, so ist diese die Tangente und a der Berührungspunkt.

Anmerkung. Zieht man in einem Halbkreise von beiden Endpunkten des Halbmessers b, d aus gerade Linien nach irgend einem Punkte der Peripherie (wie hier nach 1 oder 2 oder 3), so entsteht immer ein rechter Winkel. Es kann somit mit Hilfe eines Halbkreises die Richtigkeit eines Dreiecks oder Winkelhakens geprüft werden.

Fig. 5, Taf. II.

Aufgabe. Durch die drei beliebig angenommenen Punkte a, b, c soll ein Kreis gelegt werden.

Lösung. Von den Punkten a, b, c aus schlage man abwechselnd mit beliebiger Zirkelweite Kreisbogen, so daß sie sich wie die Zeichnung lehrt, zweimal schneiden. Durch diese Kreuzungspunkte lege man zwei gerade Linien; da, wo diese sich schneiden, liegt der Mittelpunkt eines Kreises, dessen Peripherie durch vorerwähnte drei Punkte a, b, c geht.

Fig. 6, Taf. II.

Aufgabe. Ein Kreisbogen ist gegeben und es soll der hierzu gehörige Mittelpunkt gesucht werden.

Lösung. Man schlägt von den beliebig angenommenen Punkten x und y aus Kreisbogen, so daß sie sich schneiden (s, t). Desgleichen von u und v aus. Durch diese vier Kreuzungen: s, t, w, z legt man zwei gerade Linien, und wo diese sich schneiden, liegt der gesuchte Mittelpunkt für den Kreisbogen.

Fig. 7, Taf. II.

Ist der Mittelpunkt eines Kreises verwischt, so kann er auf obigem oder auch folgendem Wege wieder gefunden werden.

Man ziehe die Sehne a b. Von den Endpunkten derselben aus kreuze man mit beliebiger Zirkelweite bei c und d; durch diese Kreuzung zieht man eine gerade Linie

bis sie den Kreis in e trifft. Diese Linie c e enthält nun einen Durchmesser nämlich e f; wird dieser halbiert (in o), so ist der verlorene Mittelpunkt wieder gefunden.

Fig. 8, Taf. II.

Aufgabe. In einen Kreis soll das größte, mögliche Dreieck gezeichnet werden.

Lösung. Diese Aufgabe könnte nach **Fig. 3, Tafel II**, gelöst werden, indem man von den sechs Teilpunkten immer einen überspringt; es soll jedoch hier noch ein kürzeres Verfahren gezeigt werden.

Mit dem Radius des Kreises setze man in irgend einem Punkte der Peripherie ein und schlage einen Kreisbogen, der durch den Mittelpunkt des Kreises geht. Die Durchschnittspunkte a und b verbinde man durch eine Gerade, so ist eine Seite des Dreiecks gezeichnet. Diese fasse man in den Zirkel und kreuze damit von a und b aus in c; die Verbindung von a, b, c ergibt das gesuchte Dreieck.

Anmerkung. Sollte der Punkt c nicht in die Peripherie fallen, so ist der Zeichner selbst schuld daran!

Fig. 9, Taf. II.

Das größte Quadrat in einem Kreise ergibt sich, wenn man zwei Durchmesser in ihrer Mitte rechtwinkelig zu einander stellt. Da, wo sie die Peripherie des Kreises treffen, liegen die vier Ecken des Quadrates.

Fig. 10, Taf. II.

Aufgabe. Es soll hier ein Quadrat gezeichnet werden, welches mit dem Kreise gleichen Rauminhalt hat oder, mit andern Worten, ein Kreis soll in ein gleichgroßes Quadrat verwandelt werden.

Lösung. Man setze wieder zwei Durchmesser in ihrer Mitte rechtwinkelig zu einander und verlängere sie über die Kreislinie hinaus. Teilt man nun einen Halbmesser in vier gleiche Teile und setzt einen solchen Teil an jedem Ende eines Durchmessers außerhalb des Kreises an,

so braucht man nur noch die vier gefundenen Endpunkte zu verbinden und die Aufgabe ist gelöst.

Das Fünfeck, Fig. 11, Taf. II.

Aufgabe. Ein regelmäßiges Fünfeck soll in einen Kreis gezeichnet werden.

Lösung. Man zeichne einen Quadranten, indem man zwei Halbmesser im Mittelpunkte des Kreises rechtwinkelig zu einander stellt. Diesen Viertelkreis teile man in fünf gleiche Teile. Verbindet man nun die vier ersten Teile durch eine gerade Linie — Sehne — so ist diese zugleich eine Seite des Fünfecks, die, wenn genau gearbeitet worden ist, sich fünfmal im Kreise abtragen läßt.

Warum? Wird der Viertelkreis in fünf Teile geteilt, so macht es auf den Vollkreis 20, in denen vier Teile fünfmal aufgehen müssen, da $4 \times 5 = 5 \times 4$ ist.

Das Siebeneck, Fig. 12, Taf. II.

Aufgabe. In einen Kreis soll ein Siebeneck gezeichnet werden.

Lösung. Wie in Fig. 8, Taf. II, schlage man mit derselben Zirkelweite von irgend einem Punkte der Peripherie aus einen Kreisbogen, der die Peripherie in zwei Punkten schneidet oder trifft (b und d). Verbindet man b und d durch eine Sehne und zieht den Radius c a nach a dem Mittelpunkte des Kreisbogens, so wird die Sehne b d in e halbiert und diese halbe Sehne b e oder e d ist die Länge einer Siebenecksseite, die sich daher bei genauer Arbeit auch siebenmal im Kreise abtragen läßt.

Das Achteck im Kreise, Fig. 13, Taf. II.

Mit Hilfe von Reißschiene und einem Dreiecke von 45° kann die Konstruktion eines Achteckes erfolgen, ohne daß eine Anleitung nötig ist. (Ziehe die vier Durchmesser.)

Das Neuneck, **Fig. 14, Taf. II.**

Die Konstruktion eines Neunecks ist indessen nicht so leicht abgethan, wenn man einem zeitraubenden Einteilen der Kreislinie in neun Teile überhoben sein will.

Man beginne wie in **Fig. 12, Taf. II**, und verlängere sodann die Sehne b d über d hinaus. Von e aus schlage man mit dem Radius a c einen Kreisbogen, wodurch sich der Punkt g ergibt; von g aus thue dasselbe, so kreuzen sich beide Bogen in f. Wird f mit dem Zentrum c verbunden, so wird die Peripherie in h geschnitten; macht man nun a k = a h (setze zu dem Ende den Zirkel in a ein) und zieht die Sehne h k, so ist diese eine Seite des Neunecks. Das übrige wie früher.

Das Neuneck (sowie überhaupt alle Vielecke) läßt sich auch so konstruieren, daß man durch c einen Durchmesser legt, ihn in 9 (oder soviel Teile wie die Figur Ecken erhalten soll) teilt und von seinen Endpunkten aus mit der ganzen Länge des Durchmessers außerhalb des Kreises (hier in l) kreuzt. Zieht man von l stets durch Punkt 2 nach der Peripherie, so ist m n die gesuchte Vielecksseite. Die Praxis wird jedoch der Zeitersparnis halber lieber den Durchmesser in drei Teile teilen und dieses Maß etwas völlig nehmen und so zu gleichem Ziele gelangen.

Das Zehneck, **Fig. 15, Taf. II.**

Das Zehneck findet man, wenn man den Quadranten anstatt in fünf Teile, wie in **Fig. 11, Taf. II**, in zehn Teile teilt oder wie hier geschehen, erst halbiert und dann mit der Hälfte so verfährt wie dort gezeigt wurde.

Das Zwölfeck, **Fig. 16, Taf. II.**

Aufgabe. Eine Zwölfeck wird verlangt.

Lösung. Man zeichne die vier Quadranten des Kreises, indem man wie bisher zwei Durchmesser rechtwinkelig zu einander stellt. Schlägt man nun von den Endpunkten der Durchmesser mit dem Radius desselben

Kreises vier Kreisbogen, so ergeben sich auf der Peripherie 12 Schnittpunkte für das Zwölfeck.

Anmerkung. Soll in einen Kreis irgend ein Vieleck gezeichnet werden, so kann man die Länge einer Seite auch durch Berechnung des Zentriwinkels finden. Da der Vollkreis in 360 Grad geteilt wird, kommt beim Dreieck $\frac{360}{3} = 120$, beim Fünfeck $\frac{360}{5} = 72$, beim Sechseck $\frac{630}{6} = 60$, beim Siebeneck $\frac{360}{7} = 51^3/_7$, beim Achteck $\frac{360}{8} = 42^1/_2$, beim Neuneck $\frac{360}{9} = 40$ u. s. f. Grad auf je eine Seite der zu zeichnenden Figur.

Fig. 17, Taf. II*).

Aufgabe. Eine Ellipse soll in einen gleichgroßen Kreis verwandelt werden.

Lösung. Zeichne die Mittellinie der Ellipse, halbiere diese und errichte im Mittelpunkt c die Normale c b, so ist a c die halbe große, c b die halbe kleine Achse des Ovales. Die halbe kleine Achse c b lege an die halbe große a c, so findet man den Punkt d. Die Länge a d ist nun der Durchmesser des Kreises; halbiere ihn (in e), so ist auch der Mittelpunkt gefunden.

Fig. 18, Taf. II.

Aufgabe. Eine Kreisfläche soll in ein gleichgroßes Dreieck verwandelt werden.

Vorbemerkung. Fertigt man eine Kreisscheibe an von 7 cm Durchmesser und spannt sodann über den Umfang derselben eine Schnur, so zeigt diese von Ende zu Ende eine Länge von 22 cm. Es ist somit der Durchmesser 7 cm lang und der Umfang 22 cm. Dieses Verhältnis findet sich bei allen Kreisen wieder, sie mögen noch

*) Über die Konstruktion der Ellipse siehe Fig. 10, Taf. III.

so groß oder noch so klein sein. Deshalb hat die Geometrie den wichtigen Lehrsatz aufgestellt:

Der Durchmesser eines Kreises verhält sich zur Peripherie desselben wie 7 : 22

oder, will man etwas genauer sein, wie 100 : 314.

Der Einfachheit wegen soll indessen von letzterem Verhältnis, der sogenannten Ludolpfzahl, hier ganz abgesehen werden und nur das archimedische 7 : 22 in Gebrauch gezogen werden.

Nun zurück zur Lösung unserer Aufgabe.

Zeichne einen senkrechten Durchmesser und teile ihn in 7 gleiche Teile; sodann ziehe eine Horizontale tangentiell zum Kreise und trage auf dieser 22 solcher Teile ab, am besten 11 links und 11 rechts. Verbinde nun die beiden Endpunkte der Wagerechten mit dem Mittelpunkte des Kreises, so entsteht ein Dreieck, welches mit dem Kreise gleichen Flächeninhalt hat.

Warum? Teilt man die Peripherie in 22 gleiche Teile und zieht von jedem Teilpunkte einen Strahl nach dem Mittelpunkte, so wird die ganze Kreisfläche in 22 Dreiecke zerlegt, die alle gleiche Höhe (den Radius) und gleiche Grundlinie (den Kreisbogen) haben. Wende nun den Lehrsatz aus **Fig. 21, Taf. I**, auf diesen Fall an, so ergibt sich die Richtigkeit für obige Konstruktion.

Anmerkung. Merke aus der Kreislehre den Lehrsatz: Alle Radien in einem Kreise sind einander gleich!

Fig. 19, Taf. II.

Aufgabe. Der Kreis A soll noch einmal so groß gezeichnet werden.

Lösung. Da Kreise sich hinsichtlich ihrer Größe zu einander verhalten wie ihre Quadrate, diese aber schon in **Fig. 33, Taf. I** u. f. behandelt worden sind, so ist unsere Aufgabe bald gelöst. (Wiederhole **Fig. 35, Taf. I.**)

In dem Kreise A ziehe man den Durchmesser und an das Ende desselben setze man unter einem rechten Winkel eine Linie von gleicher Länge, so haben wir zwei Katheten von gleicher Länge erhalten. Verbinden wir nun

noch die freien Enden a b derselben durch eine Gerade, so ist das die zugehörige Hypotenuse. Diese sehe man nun als Durchmesser des zu zeichnenden Kreises B an, halbiere sie, so ist auch der Mittelpunkt für ihn gefunden.

Fig. 20, Taf. II.

Aufgabe. Kreis C soll noch einmal so klein werden.

Lösung. Verfahre umgekehrt wie in **Fig. 19, Tafel II.** Betrachte den Kreis C als Hypotenusenkreis, d. h. sein Durchmesser sei die Hypotenuse, so braucht man nur auf diesem Durchmesser mit Hilfe eines Dreiecks von 45° ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck zu zeichnen und eine Seite (Kathete) davon als den Durchmesser des zu suchenden Kreises D anzusehen, so ist obige Aufgabe gelöst.

Aufgabe A. Zeichne einen Kreis von 4 cm Durchmesser und zeichne einen andern noch einmal so groß.

Aufgabe B. Zeichne diesen Kreis noch einmal und einen zweiten noch einmal so klein. Frage: Wie verhält sich der zweite zum vierten?

Fig. 21, Taf. II.

Aufgabe. Ein regelmäßiges Fünfeck soll gezeichnet werden, wenn dazu die Seite a c gegeben ist!

Lösung. Mit der Seite a c konstruiere einen Quadranten, teile den Viertelkreis in 5 gleiche Teile und setze einen davon auf der verlängerten Kreislinie von b nach d an. Verbindet man nun d mit c, so hat man von dem gesuchten Fünfeck zwei Seiten und den von ihnen eingeschlossenen Winkel — Polygonswinkel genannt — gefunden. Die Figur kann nun auf zwei Wegen vollendet werden, entweder man trägt an den freien Enden der Seiten bei a und d den Polygonswinkel c nach **Fig. 14 auf Taf. I** an und macht die neuen Schenkel = a c, so hat man nur noch die fünfte Seite zu ziehen, deren Lage sich von selbst ergibt, oder daß man nach **Fig. 5, Taf. II,** durch die drei Punkte a c d einen Kreis legt, in welchem sich dann die Seite a c fünfmal abtragen läßt.

Fig. 22, Taf. II.

Diese Figur gibt für **Fig. 21, Taf. II** ein leichteres Verfahren. Mit der Seite a c ist ein Halbkreis gezogen, dieser ist in 5 gleiche Teile geteilt worden und von dem 3. Teilpunkte aus nach dem Mittelpunkte o gezogen worden, wodurch sich der Polygonswinkel ebenfalls ergeben hat.

Fig. 23, Taf. II.

Aufgabe. Ein Siebeneck soll gezeichnet werden, wenn eine Seite (a b) gegeben ist.

Lösung. Diese Lösung ist der früheren ähnlich. Der Quadrant wird in 7 gleiche Teile geteilt; auf der verlängerten Kreislinie werden 3 Teile hinzugesetzt, wodurch sich der Polygonswinkel ergibt und es kann nun die Figur auf die eine oder andere Weise wie bei **Fig. 21, Taf. II**, vollendet werden.

Merke. Den Polygonswinkel zu einem Vieleck findet man, wenn man mit der gegebenen Seite einen Quadranten beschreibt und ihn in soviel Teile teilt, als die Figur Ecken erhalten soll. Von der ganzen Anzahl zieht man 4 Teile ab und setzt den Rest auf der verlängerten Kreislinie zu. Das Ende verbinde mit dem Mittelpunkt des Quadranten. Z. B. beim Elfeck: 11 Teile — 4 = 7; 7 + 11 = 18 Teile.

Merke die Formel: n Teile + n — 11 Teile; also beim Elfeck: 11 + 11 — 4 = 18 Teile (wie oben).

Fig. 24, Taf. II.

Für das Achteck ergibt sich nach obiger Regel folgende Rechnung. Der Quadrant bekommt 8 Teile. Dazu auf der verlängerten Kreislinie 8 + 8 — 4 = 12 Teile oder in Graden ausgedrückt:

Ein Rechter = 90^0 in acht Teile macht auf einen Teil $\frac{90}{8} = 11\,^1/_4$, also auf 12 Teile $12 \cdot 11\,^1/_4 = 135^0$.

Anmerkung. Kommt es darauf an, schnell ein Achteck zu haben, so beschreibe man einen Kreis und lege an ihn acht Tangenten: 2 wagerechte, 2 senkrechte und 4 unter einem Winkel von 45° oder wie hier 135°, wenn man vom entgegengesetzten Ende des Transporteurs zu zählen anfängt.

Fig. 25, Taf. II.

In dieser Zeichnung ist das Achteck so gebildet worden, daß man in ein Quadrat von den vier Ecken aus vier Viertelkreise, die alle durch den Mittelpunkt gehen, gezogen hat. Die Durchschnittspunkte, welche die Viertelkreise mit den Seiten des Quadrats bilden, hat man dann nur noch nötig zu verbinden.

Der Stern, welcher in das Achteck **Fig. 24, Taf. II**, gezeichnet worden ist, ist aus der Verbindung der acht Eckpunkte hervorgegangen und mittels Reißschiene und Dreieck schnell hergestellt. Er kann als Verzierung auf Kastendeckel eine passende Verwendung finden.

Fig. 26, Taf. II.

Aufgabe. Ein fünfstrahliger Stern, genannt Pentagramm, soll gezeichnet werden.

Die Lösung soll zum Zwecke einer Wiederholung geschehen und zwar in doppelter Weise:

a) unter Bildung eines Quadranten wie in **Fig. 11, Taf. II**, angegeben,

b) betrachte die Entfernung zweier Spitzen (a b) als gegebene Seite und verfahre nach **Fig. 21, Taf. II.**

d) Das Oval.

(Fig. 1 bis 9, Taf. III.)

Vorbemerkung. Das Oval ist eine regelmäßig gekrümmte, in sich selbst zurückkehrende Linie. Sie wird aus mehreren Kreisen gebildet.

1) Die Längenachse ist gegeben.

Fig. 1, Taf. III.

Aufgabe. Über a b soll ein Oval gezeichnet werden.

Lösung. Teile a b in drei gleiche Teile und nimm einen solchen Teil als Radius für die zwei Kreise. Von den zwei Kreuzungspunkten c d der beiden Kreise aus ziehe je zwei gerade Linien durch die Mittelpunkte der Kreise, so sind die Längen der vier Kreisbögen, aus denen sich das Oval zusammensetzt, bestimmt. Der Durchmesser für die Ergänzungsbogen ist gleich zwei Teilen der Achse a b.

Fig. 2, Taf. III.

Die Längenachse der Figur ist hier in vier Teile geteilt und mit einem Teile als Radius drei Kreise gezogen worden. In der Mitte von a b errichte eine Normale, die den mittleren Kreis in d, d schneidet. Von d, d aus werden gerade Linien durch die Mittelpunkte c′, c″ gezogen bis zur Kreislinie, so sind die Längen für die Ergänzungsbögen bestimmt. Diese sind von d, d aus zu ziehen.

Fig. 3, Taf. III.

Die Konstruktion dieses Ovales ist der vorigen ähnlich. a b ist in fünf Teile geteilt. Durch die Kreuzungspunkte des ersten und vierten Kreises sind gerade Linien gelegt, die sich außerhalb des Ovales in c und d schneiden. Somit sind die Mittelpunkte c, d für die Ergänzungsbogen gefunden. c und d müssen genau in eine Normale fallen, die in der Mitte der Langachse a b errichtet worden ist.

Fig. 4, Taf. III.

Dem Ovale sind hier zwei nebeneinander gereihte Quadrate zu Grunde gelegt ohne weiter auf die Längenachse Rücksicht zu nehmen. Es sind alle Diagonalen gezogen worden. Die Mittelpunkte der Quadrate c′ und c″

dienen den äußeren, kleinen Kreisbogen und die Punkte c''' und c'''' den Ergänzungsbögen als Zentrum.

2) Beide Achsen sind gegeben.

Fig. 5, Taf. III.

Sind zu einem Ovale beide Achsen gegeben, so müssen auch beide in Betracht gezogen werden; dies geschieht wie folgt.

Man stellt die beiden Achsen rechtwinkelig zu einander, so daß sie sich in ihrer Mitte schneiden (hier in c). Die halbe kleine Achse c d trage man von c aus auf der halben großen Achse ab, so bleibt die Differenz a f übrig. Diese teile man in zwei gleiche Teile und trage davon drei auf der großen Achse wieder von c aus nach links und rechts ab, so ergeben sich die Punkte g und h. Auf der kleinen Achse hingegen werden von c aus vier Teile nach oben und unten abgetragen und so die Punkte d und e bestimmt. Es ist nun nur noch übrig von d und e aus gerade Linien durch g und h zu ziehen; so sind alle vier Kreisbögen des Ovales bestimmt. Die Punkte g und h benutze als Mittelpunkte für die äußeren kleinen Kreise und nimm a g als Radius; d und e sind die Mittelpunkte für die Ergänzungsbogen.

Fig. 6, Taf. III.

a b und d e sind die gegebenen Achsen, die sich in ihrer Mitte c rechtwinkelig schneiden. Von der halben großen Achse a c ziehe die halbe kleine d c ab und teile hierauf den Rest l c in drei gleiche Teile. Einen solchen Teil trage von l nach h und mache c i = c h. Setze nun den Zirkel in h ein und schlage mit der Weite h i einen Kreisbogen (g i f), sowie von i aus den Bogen g h f. Es sind nun h i die Mittelpunkte für die kleinen Kreise und h a der Radius hierfür; g und f sind die Mittelpunkte für die Ergänzungsbogen.

3) Die kleine Achse ist gegeben.

Fig. 7, Taf. III.

Hat man die kleine Achse halbiert, so setze man sie mit einer wagerechten Linie, wie es bisher immer geschehen, rechtwinkelig zusammen. Von ihren beiden Endpunkten a und b aus ziehe man zwei Kreisbögen mit a b als Radius; diese schneiden sich in o und 4. Die Länge o 4 wird nun in vier gleiche Teile geteilt und von a und b aus durch die Punkte 1 und 3 gerade Linien gezogen, so ist, nachdem von 1 und 3 aus noch die kleinen Bogen geschlagen worden sind, die Konstruktion vollzogen.

Fig. 8, Taf. III.

Dieses Oval ist auf ähnlichem Wege wie das vorige gefunden worden. Es unterscheidet sich von ihm nur insofern, als von a und b aus Linien unter einer Gehrung (45°) angesetzt worden sind, die die Langachse in c und c′ schneiden. Alles übrige ist bekannt.

Fig. 9, Taf. III.

Aus der großen und kleinen Achse ist hier ein Rechteck konstruiert und jede Seite halbiert worden. Sodann ist jede Hälfte der großen und kleinen Achse in dieselbe Anzahl gleicher Teile geteilt und in der eigentümlichen Weise numeriert worden, wie es die Zeichnung angibt*). Verbindet man nun die gleichen Zahlen der großen und kleinen Achse durch gerade Linien, so entsteht im Innern des Rechtecks eine vielfach gebrochene Linie, die man aus freier Hand leicht zu einem Ovale auszeichnen kann.

Wie der Augenschein lehrt, bietet dieses Oval einen ziemlich großen Flächenraum dar und kann daher mit Vor-

*) Bezeichne die Ecken des Rechtecks, sowie die vier Enden der Achsen entweder mit o oder lasse sie unbezeichnet und numeriere immer in derselben Richtung fortgehend von 1 bis 5.

teil zu Schildern oder als Boden für Gefäße verwandt werden.

e) Die Ellipse.

(Fig. 10 bis 12, Taf. III.)

Vorbemerkung. Eine Ellipse ist eine regelmäßig gekrümmte, in sich selbst zurückkehrende Linie. Sie hat folgende Eigenschaften:

1) Sie kann nicht mit dem Zirkel gezeichnet werden.
2) Sie hat zwei Mittelpunkte, welche Brennpunkte genannt werden.
3) Werden diese Brennpunkte mit irgend einem Punkte der Umfangslinie durch zwei gerade Linien verbunden, so bilden diese zwei Linien, wenn sie ausgestreckt werden, zusammen die Ausdehnung der Längenachse; also $xz + yz = ab$ Fig. 10, Taf. III.

Fig. 10, Taf. III.

Auf die oben unter Nr. 3 angegebene Eigenschaft gründet sich die Konstruktion der Ellipse.

Zu dem Ende stellt man die beiden Achsen zusammen, wie bisher. Man hat nun zunächst die Brennpunkte der zu suchenden Ellipse zu ermitteln; diese ergbeen sich, wenn man die halbe große Achse in den Zirkel faßt und mit ihr von einem Endpunkte der kleinen Achse aus einen Kreisbogen schlägt, der die große Achse in zwei Punkten schneidet. Dies geschieht in x und y, welches die Brennpunkte sind.

Es kann nun die Konstruktion der Ellipse selbst beginnen.

Man setzt hierzu den Zirkel in a ein und schneidet auf der großen Achse das Stück a 1 ab; mit dieser Zirkelweite schlägt man von x und dann von y aus nach oben und unten vier Kreisbogen. Hierauf faßt man das noch übrige Stück der großen Achse 1 b in den Zirkel, setzt wieder in x ein und schneidet die vorhin beschriebenen kleinen Kreis-

bogen, und ebenso von y aus. Es entstehen somit die vier Kreuzungspunkte 1, 1, 1, 1. Nun fängt man wieder von vorne an, setzt in a ein und schneidet das Stück a 2 ab, womit man wieder von x und y aus vier Kreisbogen zieht. Ist dies geschehen, so mißt man den Rest der großen Achse 2 b, um wieder abwechselnd von x und y aus die eben gezeichneten Bogen zu kreuzen, so entstehen die Kreuzungen 2, 2, 2, 2. Dies Verfahren kann man nach Belieben fortsetzen, bis man genug solcher Kreuzungen zu haben gedenkt.

In vorliegendem Falle ist diese Arbeit viermal vorgenommen worden und hat somit 16 Punkte ergeben, welche aus freier Hand durch eine Kurve verbunden worden sind. Die Anzahl dieser Abschnitte ist jedoch nicht auf vier beschränkt; es dürfte sich vielmehr für noch unsichere Zeichner besonders bei großem Format empfehlen, noch mehr Abschnitte zu machen, um so eine recht genaue Kurvenlinie als Ellipse zu erhalten.

Anmerkung. Wollte man um die so gefundene Ellipse noch eine zweite Kurve parallel zur ersten zeichnen, wie es fast immer bei den Ovalen geschehen ist, so darf man von dieser zweiten Linie nicht glauben, daß sie auch eine Ellipse sei, denn sie entspricht nicht der in Nr. 3 der Vorbemerkung gedachten Eigenschaft einer Ellipse und ist folglich nur ein Oval.

Fig. 11, Taf. III.

Man kann indessen die Ellipse auch auf einem kürzeren, mechanischen Wege herstellen, wenn man auf einem Papierstreifen (P) durch eine Bleimarke die Längen der halben großen und kleinen Achse sich angibt und wie üblich die beiden Achsen zusammenstellt. Bewegt man nun diesen Streifen so, daß die Marke der kleinen Achse (1) immer auf a b (große Achse) und die der großen Achse (2) stets auf c d (kleine Achse) zu liegen kommt, so zeigt das freie Ende des Streifens (e) immer einen Punkt der Umfangslinie der Ellipse an, den man sich nur mit dem

Bleistifte zu notieren braucht, um so genug Andeutungen zur Bildung der gewünschten Figur zu erhalten.

Anmerkung. Die Arbeit, die hier der Papierstreifen P zu verrichten hat, hat man einem einfachen, aber höchst sinnreichen Werkzeuge übertragen, welchem man den Namen „Ovalzirkel“ gegeben hat. Es besteht aus einem Kreuze, einem längeren, dünnen Stabe und aus zwei Klemmschrauben. Siehe **Fig. 12, Taf. III.**

Das Kreuz ist aus gut ausgetrocknetem, schlicht gewachsenem, harten Holze hergestellt. Durch aufgeleimte Leisten aus gleichem Holze ist eine Nut hergestellt, die unten weiter als oben ist und durch alle vier Schenkel des Kreuzes läuft. An der unteren Seite des Kreuzes befinden sich Stifte, die zum Festhalten beim Gebrauche des Instrumentes dienen.

Der Stab ist gewöhnlich vierkantig und besitzt an einem Ende ein Loch, zur Aufnahme des Bleistiftes oder der Reißahle bestimmt.

Die Klemmschrauben sind von Eisen oder Messing hergestellt und tragen unten einen Schieber aus gleichem Metalle, der sich leicht über den Stab wegschieben läßt. An der unteren Seite des Schiebers befindet sich ein langgestielter Knopf, der genau in die T förmige Nut des Kreuzes paßt und sich mit Leichtigkeit darin auf- und abbewegen läßt.

Soll nun dies Werkzeug in Funktion treten, so hat man nur nötig, den Stab herauszuziehen und die Schieber so zu stellen, daß sie wie oben beim Papierstreifen die Marken der halben großen und kleinen Achse vertreten. Sind die Schieber richtig gestellt und mittels der Klemmschraube festgeklemmt, so setzt man den Stab, sowie man ihn herausgezogen, wieder ein, bewegt ihn genau so wie jenen Papierstreifen und hat nun das Vergnügen, auf der Blechtafel oder auf der Zulage eine korrekte Ellipse unter dem Bleistifte 2c. entstehen zu sehen.

Wer aber nicht im Besitze dieses nützlichen Instrumentes ist, kann es sich durch folgende Manipulation, wo es angeht, ersetzen. Nachdem die Achsen bestimmt und

rechtwinkelig zusammengestellt sind, suche man auf die angegebene Weise (**Fig. 10, Taf. III**) die beiden Brennpunkte und schlage an diesen Stellen, wenn man auf einer Zulage zu zeichnen hat, Drahtstifte ein. Einen dritten Stift befestige man etwas lose an einem Ende der kleinen Achse. Um diese drei Stifte binde man eine Schnur so zusammen, daß sie sich um dieselben fortbewegen läßt, dabei jedoch immer straff bleibt. Ist dieses geschehen, so entfernt man den dritten Stift (bei d) und setzt dafür einen Bleistift oder eine Reißahle ein. Nun kann die Arbeit vor sich gehen, indem man den Bleistift nach rechts oder links fortbewegt, doch immer so, daß die Schnur straff bleibt; das Ergebnis ist dann dasselbe wie beim Ovalzirkel (**Fig. 12, Taf. III**). In **Fig. 11, Taf. III** ist die fragliche Schnur durch die Linien x d, d x angedeutet.

Anmerkung. Eine Ellipse entsteht immer dann, wenn:

1) Ein Cylinder von einer Ebene schräg gegen Grundfläche (oder auch Seitenkanten) durchschnitten wird, beispielsweise, wenn ein runder Bleistift schräg abgeschnitten wird.
2) Ein Kegel (siehe **Fig. 6, Taf. V**) von einer Ebene schräg gegen seine Achse oder auch Grundfläche durchschnitten wird.

f) Die Eilinie.
(Fig. 13 bis 16, Taf. III.)

Fig. 13.

Aufgabe. Eine Eilinie soll gezeichnet werden zu der die Breite gegeben ist.

Lösung. Mit der halben Breite des Eies ziehe einen Kreis, zeichne zwei Durchmesser rechtwinkelig und verlängere den einen über die Kreislinie hinaus. Ziehe die Geraden a c und b c über c hinaus und ziehe von a und b aus die zwei Seitenbogen mit dem Durchmesser

a b als Radius bis zu den Geraden. Die Spitze des Eies ist von c aus leicht ergänzt.

Fig. 14, Taf. III.

In dieser Zeichnung ist die halbe Breite des Eies in drei gleiche Teile geteilt worden und es sind davon zwei nach rechts, auf der senkrechten Linie (Achse des Eies) zwei nach unten und einer nach oben abgetragen worden. Die so gefundenen Punkte 1, t, r, s sind nun die Mittelpunkte für die vier Kreisbogen, aus denen die Figur sich zusammensetzt. Bevor diese Bogen gezogen werden, hat man die Begrenzungslinien, wie bisher immer geschehen, zu ziehen.

Fig. 15, Taf. III.

Hier ist die Eilinie ähnlich wie in **Fig. 9, Taf. III**, durch eine sogenannte Vergatterung gefunden worden.

Mit der Hälfte der Längenachse der Figur o a ziehe einen Kreis und trage diesen Durchmesser auf der Mittellinie von b' nach a'. Von dem Punkte a' aus ziehe die beiden Tangenten a' b und von den Berührungspunkten b' b die Halbmesser b o. Diese beiden Radien teile man in beliebig viel gleiche Teile (hier in 6) und numeriere sie alsbald, sodann lege man von a' aus durch alle Teilpunkte gerade Linien bis über die Kreislinie hinaus. Es wird hierdurch der Kreis von jeder nach a' gezogenen Geraden zweimal geschnitten und diese Durchschnittspunkte dienen nun zur Ermittelung der Eilinie. Es wird nämlich der Radius b o in den Zirkel gefaßt und auf jeder nach a' gezogenen Geraden von den Durchschnittspunkten aus, welche die Kreislinie mit ihr bilden, nach unten getragen. Z. B. von 6' nach 6", von 5' nach 5", von 4' nach 4" u. s. f. bis zum Radius o o. Ist man damit fertig, so verrichtet man dieses Geschäft noch einmal, und zwar vom unteren Kreisbogen b b ausgehend in obiger Weise, so daß man den Radius o b immer auf derselben numerierten Geraden bleibend abträgt. (Die Numerierung ist der Deutlichkeit wegen unterblieben.) Es sind

nun auf diesem Wege genug Punkte gefunden worden, die aus freier Hand zu jener Eilinie verbunden werden können.

Fig. 16, Taf. III.

Aufgabe. Aus den beiden Achsen a b und d e soll eine Eilinie hergestellt werden.

Lösung. Über der kleinen Achse a b ziehe einen Kreis (mit dem Radius a c), lege durch c eine Senkrechte und trage auf dieser von d aus die Längenachse d e ab. Von der Längenachse d e ziehe von e aus den Radius a c ab, so bleibt noch das Stück f c übrig. Dieses wird nun in drei Teile geteilt; zwei davon werden von f nach g und je einer auf die zuvor verlängerte kleine Achse bei a und b angetragen. Die so gefundenen Punkte h, g und i werden nun durch gerade Linien verbunden, welche die Begrenzungslinien für die drei Kreisbogen, die zur Vollendung der Eilinie noch nötig sind, bilden. Die Radien hierfür sind h b oder a i für die Seitenbogen und g e für die Spitze.

g) Der gotische Spitzbogen.

Fig. 17, Taf. III.

Dieser gotische Spitzbogen ist auf ein gleichseitiges Dreieck basiert. Man zeichne also ein solches und betrachte die Endpunkte der Basis a und b als Mittelpunkte, sowie die Basis selbst a b als Radius für die beiden Kreisbogen a c, b c.

Anmerkung. Nachzuweisen, daß der gotische Bogen auch noch in anderer Weise konstruiert wird, gehört nicht in die Aufgaben dieses Werkes.

h) Ein persischer Spitzbogen.

Fig. 18, Taf. III.

Auch dieser Figur, einem sogenannten Eselsrücken, ist das gleichseitige Dreieck zu Grunde gelegt.

Jede Seite des Dreiecks a b c ist in drei gleiche Teile geteilt worden und durch die Teilpunkte 1, 2 und 2, 2 gerade Linien über das Dreieck hinausgezogen. Macht man nun diese letztgezogenen Linien gleich den Seiten des Dreiecks a c oder b c, so sind die Endpunkte derselben (3) als Mittelpunkte für die Kreisbogen der Spitze c 2 zu betrachten, der Radius hierfür 3 c. Die Punkte 1 und 2 der Basis a b sind die Mittelpunkte für die beiden Seitenbogen, die mit dem Radius a 2 oder b 1 ausgeführt werden. Die zweite mit der ersten parallellaufende Spitzbogenkurve wird von denselben Mittelpunkten aus gezogen.

Fig. 19, Taf. III.

Aufgabe. Die Bodenform zu einer Badewanne soll gezeichnet werden.

Lösung. Die Längenachse a b wird in vier gleiche Teile geteilt und einer davon als Radius des Kreises a g angenommen. Dieser große Kreis wird nach Anleitung von **Fig. 20, Taf. II**, noch einmal so klein gezeichnet und bei b angetragen. Ziehe nun auf mechanischem Wege die Tangenten e f und c d und kreuze von diesen Berührungspunkten aus mit einer Länge die gleich ist 3 · a g, so sind die Mittelpunkte für die Seitenbogen gefunden.

Zum Beschluß dieses Abschnittes sind als fernere Zirkelübungen noch einige Beispiele aus der gotischen Architektur gegeben worden, zu deren Ausführung nur kurze Andeutungen nötig sind.

Fig. 20, Taf. III.

Gleichseitiges Dreieck. Der Seitenbogen halbiert, von d nach e gezogen. Punkt f ist Mittelpunkt für die Nasenbogen.

Fig. 21, Taf. III.

Gleichseitiges Dreieck a b c. Seitenbogen halbiert; desgleichen a d. e ist Mittelpunkt für die Nasenbogen.

Fig. 22, Taf. III.

Quadrat; Seiten halbiert, Diagonalen; übereckstehendes Quadrat. Die Durchschnittspunkte der Diagonalen sind die Mittelpunkte für die Nasen.

Fig. 23, Taf. III.

Wie oben. Die Durchschnittspunkte der Diagonalen zu einem Quadrat verbunden. Durchschnittspunkte der Senkrechten und Wagerechten sind Mittelpunkte.

Fig. 24, Taf. III.

Der Dreibogen wie **Fig. 20, Taf. III.** a c halbiert, b Mittelpunkt für die innern Kreise, stumpfe Nase.

Fig. 25, Taf. III.

Der Vierbogen wie **Fig. 23, Taf. III**, spitze Nase.

Fig. 26, Taf. III.

Der Fünfbogen. Äußerer Kreis in 5 Teile geteilt. 5 Durchmesser gezogen, den Halbmesser halbiert gibt den Mittelpunkt für die Nase.

Fig. 27, Taf. III.

Der Sechsbogen; Durchmesser halbiert, kleiner Kreis, jeden Kreisbogen wieder halbiert gibt den Mittelpunkt.

Zweites Kapitel.

Projektionslehre.

Einleitung.

Jeder Gegenstand kann dem Beobachter gegenüber drei verschiedene Stellungen einnehmen. Entweder zeigt er ihm nur eine Seite seiner Oberfläche, und dann ist es meist seine Vorderfläche, oder er zeigt ihm zwei Seiten zugleich oder er zeigt endlich drei Seiten seiner Oberfläche. Befinde ich mich so vor einem Gegenstande, daß mein Blick irgend eine Seite des Objektes (beobachteter Gegenstand) winkelrecht trifft, so sehe ich von ihm nur eine Seite und ich befinde mich vor der Mitte desselben. Trete ich seitlich (nach rechts oder links), so bekomme ich zwei seiner Seiten zu sehen und verlege ich meinen Standpunkt auf eine Höhe (Berg, Turm, Leiter), so wird der obenerwähnte dritte Fall eintreten, nämlich der, daß der Gegenstand außer seinen Seitenflächen auch seine Oberfläche zum Teil dem Beschauer darbietet.

Werden nun jene drei verschiedenen Ansichten des Objektes zu Papier gebracht, so entsteht im ersteren Falle die sogenannte geometrische Ansicht; im zweiten die perspektivische und endlich im dritten Falle eine Ansicht, welche man die Vogelperspektive genannt hat.

Da letztere nur für den Maler von Bedeutung ist, soll ihre Behandlung an diesem Orte ganz unberücksichtigt bleiben. Die Perspektive aber hat für unsere Zwecke nur beziehungsweise Bedeutung und soll daher in den zweiten Teil verwiesen werden. Die geometrische Darstellung eines Gegenstandes indessen soll als die für uns wichtigste jetzt längere Zeit uns beschäftigen.

Stelle ich mir vor, ich stände vor dem Fenster in meinem Zimmer und es befände sich draußen im Freien beispielsweise ein Monument, so kann ich durch das Glas alle Linien der mir zugewendeten Seiten desselben verfolgen. Wäre nun die Fensterscheibe so präpariert, daß ich unbeschadet der Durchsichtigkeit darauf mit Bleistift oder einer Nadel zeichnen könnte, so würde ich im stande sein, den fraglichen Gegenstand auf die Glastafel fixieren zu können. Offenbar wird dieses Bild stark verkleinert ausfallen und das kommt daher, weil die Sehstrahlen, die von meinem Auge hinüber zum Objekte gehen, unter sich einen Winkel bilden, den sogenannten Sehwinkel. Je größer dieser Sehwinkel ist — dies ist der Fall, wenn ich mich ziemlich nahe vor dem Gegenstande befinde — desto größer wird das Abbild, je kleiner der Sehwinkel — wenn ich weit davon stehe — desto kleiner wird auch das Konterfei. Nehme ich nun an, daß mir der Abriß jenes Monumentes auf der Glastafel gelungen ist, so habe ich von ihm eine Zeichnung erhalten, welche in der technischen Sprache Aufriß genannt wird.

Anmerkung. **Fig. 1, Taf. IV**, sucht das eben Erläuterte zu veranschaulichen, nur muß man davon abstrahieren, daß infolge der Drehung des Fensters die Darstellung perspektivisch geworden ist; das Auge jenes Beschauers sieht nur die geometrische Seite.

Wäre nun die Glasscheibe so eingerichtet, daß sie aufgeklappt und aus der vertikalen (senkrechten) Lage in eine horizontale (wagerechte) Lage gebracht werden könnte und es befände sich der zu zeichnende Gegenstand genau unter dem Auge des Beschauers, z. B. auf der Fensterbank, so wird ein von dem ersten wesentlich verschiedenes Bild entstehen, das zugleich die Eigenschaft haben kann, die innere Beschaffenheit des Objektes sehen zu lassen. Eine solche Zeichnung nennt die Zeichensprache zum Unterschied von jener ersten den Grundriß eines Gegenstandes. **Fig. 2, Taf. IV.**

Grundriß und Aufriß sind nun eigentlich die Angeln, um die sich alles technische Zeichnen und Konstruieren

dreht, sie sind die Träger, welche den zeichnerischen Gedanken zum Ausdruck und zum Verständnis bringen. Auch uns sollen sie ein willkommenes Mittel zur gegenseitigen Verständigung sein — die Zeichensprache durch deren Vermittelung wir unsere eigenen Gedanken darstellen und neue in uns aufnehmen lernen wollen.

Es ist für das Verständnis einer solchen Zeichnung von großer Wichtigkeit, daß sich der angehende Konstrukteur stets eine solche Glastafel, wie jene Fensterscheibe **Fig. 1** und **2**, **Taf. IV**, in Gedanken vorstellt und zwar eine senkrecht stehende zur Aufnahme des Aufrisses und eine wagerechte zur Aufnahme des Grundrisses, und es ist dies nicht bloß deshalb wichtig, daß wir somit eine Fläche gewinnen, auf der wir den fraglichen Gegenstand zeichnen können, sondern vielmehr deshalb, daß wir feststellen können, welche Lage dieser Gegenstand, Fläche oder Linie zu jener Glastafel einnimmt. Wir wollen sie aber nicht mehr Glastafel oder Fensterscheibe, sondern Bildtafel nennen, welchen Namen sie in der Sprache der Projektionslehre thatsächlich erhalten hat. Beide Bildtafeln sind demnach auch wenigstens in den **Fig. 3** bis **14**, **Taf. IV**, mit gezeichnet worden und zwar ist die Bildtafel a b c d die des Aufrisses, also die senkrecht stehende und e f h k die wagerechte für den Grundriß; fernerhin sind jedoch diese Buchstabenbezeichnungen weggelassen worden. Die Linie, welche beide Bildtafeln voneinander trennt, heißt Grundlinie.

Erster Abschnitt.

Die Projektion des Punktes und der Linie.

a) Die Projektion des Punktes.

Es ist einleuchtend, daß wir nur das zeichnen können, was wir sehen können und daß wir deshalb das am besten zeichnen können, was uns eine möglichst große

sichtbare Fläche darbietet. Nun weiß aber wohl jedermann, daß der Punkt zu dieser Kategorie von Gegenständen nicht gehört, da er unserm Auge nichts zur Beobachtung darbietet und nichts darbieten kann, denn er ist ein Ding, welches weder Länge noch Breite, noch Dicke hat.

Er ist, wie der Mathematiker sagt, nur die gedachte Stelle im Raume und das, was wir gewöhnlich Punkt nennen, ist nur das Bild für dieses Gedankending. Es ist indessen dem Zeichner vergönnt, nicht so skrupulös sein zu müssen, wie der Mann jener Wissenschaft und können wir uns schon mit dem Bilde des Punktes zu thun machen. Viel wird es trotz alledem nicht werden, denn ich mag ein solches Ding betrachten von welcher Seite ich auch will, es gibt mir doch weiter nichts zu sehen, als immer wieder einen Punkt.

Es kann somit auch in der Zeichnung, ich mag ihn im Auf- oder Grundrisse darstellen wollen, weiter nichts entstehen als ein Punkt. Da hierbei nicht viel zu sagen ist, so soll die Projektion des Punktes hiermit abgethan sein und es folgt

b) die Projektion der Linie*).

Fig. 3, Taf. IV.

Wenn der Punkt das Ding ist, an welchem irgend eine Ausdehnung, heiße sie Länge, Breite, Dicke, nicht zu entdecken ist, so unterscheidet sich die Linie von diesem wesentlich darin, daß sie wenigstens eine Ausdehnung dem Zeichner anbietet, das ist ihre Länge.

In **Fig. 3, Taf. IV**, ist auf der Bildtafel des Aufrisses a b c d eine solche Linie (Nr. 1) gezeichnet, ihre Längenausdehnung ist 1 i, sie läuft mit den senkrechten Seitenkanten der Bildtafel parallel.

---

*) Es werden unter Bezeichnung Linie nur gerade Linien gemeint.

Aus dieser bisherigen Betrachtung kann ich bis jetzt aber noch nicht erkennen, ob die Linie 1 i auf der Bildtafel selbst aufliegt oder aber ob sie mehr oder weniger von ihr entfernt ist, wie ich ja auch auf die Frage, steht der Mond hinter den Sternen oder vor den Sternen oder etwa mit ihnen in gleicher Ebene? von der Urteilskraft meines Auges allein keine Antwort erhalte. Erst wenn es mir gelingt, sozusagen hinter die Kulissen zu kommen und das Ding von der Seite zu betrachten, kann ich über obige Frage Auskunft erhalten. So auch hier. Wenn ich meinen Standpunkt, den ich für jetzt direkt vor a b c d gewählt habe, so verändere, daß ich seitwärts von ihr stehe und zwar in der Verlängerung ihrer Flächenausdehnung, kann ich wissen, ob die fragliche Linie 1 i auf der Bildtafel aufliegt oder ob sie in einem Abstande von ihr sich befindet.

In **Fig. 3, Taf. IV**, ist eine solche Veränderung des Standpunktes vorgenommen worden und daher eine Seitenansicht entstanden.

Die Doppellinie d b ist jetzt die Ansicht der Bildtafel (wenn man will die sogenannte Hirnkante) und die Linie 1′ a′ das Bild oder die Projektion der Linie 1 i aus der Vorderansicht. Die Entfernung g a′ in der Seitenansicht ist nun der Abstand des Objektes 1 i von der Bildtafel.

Es handelt sich nun darum, den Grundriß hierzu aufzusuchen, speziell um die Beantwortung der Frage: wieweit von der Grundlinie entfernt, wird die senkrechte Projektion von 1 i zu zeichnen sein?

Zur Beantwortung dieser Frage denke ich mir wie in **Fig. 2, Taf. IV**, die Bildtafel des Grundrisses e f h k um einen Winkel von 90° aufgeklappt so, daß sie also wagerecht liegt. Alsbald wird die Linie 1 i auf ihr mit dem unteren Ende aufstoßen und ich kann diese Stelle mit dem Bleistifte markieren. Wird sie dann wieder heruntergeklappt, wie sich aus **Fig. 3, Taf. IV**, ersehen läßt, so erscheint der vorhin markierte Punkt i′′′′ senkrecht

unter l i und der Abstand i'''' von der Grundlinie e f ist das Maß der Entfernung l i von der Bildtafel.

Wäre nun anstatt der Linie l z. B. eine runde Stange oder ein dünner, vierkantiger Stab gewählt worden, so würde offenbar auch nicht mehr ein Punkt wie i'''', sondern das Profil des Objektes, also ein Kreis in Nr. 2 oder ein Viereck in Nr. 3 auf der Bildtafel e f h k entstanden sein.

Anmerkung. Es sind in diesen Beispielen zwei Grundlinien angenommen worden, obschon es nur eine sein sollte. Es ist sogar auch für den Zeichner einfacher, nur **eine** solche anzunehmen. Allein in manchen Fällen würde die Deutlichkeit darunter beeinträchtigt worden sein. Man denke sich nur in jedem Falle den Zwischenraum zwischen beiden Grundlinien als nicht vorhanden, so wird man auch nicht in die Versuchung fallen, ihn mitmessen zu wollen.

Das Auf- und Niederklappen kann aber durch folgende Manipulation ersetzt werden; man braucht nur i' auf die zweite Grundlinie nach i'' herunter zu loten, f i'' durch einen Viertelkreis (d. i. die oben angedeutete Veränderung des Standpunktes um einen Winkel von 90°) nach i''' zu bringen (von f aus) und endlich i''' mit der Reißschiene nach i'''' überzuwinkeln.

Fig. 4, Taf. IV.

In diesem Beispiele ist jener Linie l i nicht eine senkrechte Stellung wie in **Fig. 3, Taf. IV**, sondern eine wagerechte gegeben worden. Sie erscheint daher, von oben betrachtet (**Fig. 2, Taf. IV**) in ihrer wirklichen Gestalt als gerade Linie in der Grundrißtafel; in der Aufrißtafel aber nur als Punkt. Nr. 2 und 3 zeigen im Aufrisse weiter nichts als ihre Profile und es bezeichnet die Entfernung derselben von der Grundlinie, den Abstand der Objekte von der wagerechten Projektionsebene.

Fig. 5, Taf. IV.

Aufgabe. Die Linie a b ist hier nicht wie in Fig. 3, Taf. IV, senkrecht, sondern so gestellt, daß sie nach rechts sich neigt, sonst aber doch noch, wie die Seitenansicht a′ b′ angibt, mit der Bildtafel parallel bleibt. Es soll der Grundriß hiervon oder die horizontale Projektion gesucht werden.

Lösung. Lote von den Endpunkten der Linie a b in die Projektionstafel des Grundrisses nach a″ b″, desgleichen in der Seitenansicht a′ auf die Grundlinie. Durch einen Viertelkreis bringe den Abstand g a′ nach a″ und winkele mit der Reißschiene diese Entfernung von der Bildtafel nach a‴ b‴, so ist dies die gesuchte Projektion, die wegen der Neigung der a b, kürzer als diese sein muß. Denn befindet sich mein Auge genau über einer senkrecht stehenden Linie, so erscheint sie mir (also von oben gesehen) als Punkt, weil Anfangs- und Endpunkt dieser Linie ineinander fallen. Wird nun diese senkrechte Lage nach irgend einer Seite hin verändert, so gehen auch die beiden Endpunkte auseinander. Die Projektion eines Punktes finde ich aber, wenn ich von ihm aus eine senkrechte Linie nach der Grundlinie ziehe (weil mein Auge sich senkrecht über ihm befindet, muß der Sehstrahl senkrecht auf die umgeklappte Grundrißtafel fallen). Zwischen den Projektionen der beiden Endpunkte muß natürlich auch die Linie selbst liegen.

Die Linie c d erscheint noch mehr verkürzt als a b.

Fig. 6, Taf. IV.

Nicht jede Linie (Stab, Telegraphenstange, Baum) die uns senkrecht zu stehen scheint, steht auch in Wirklichkeit senkrecht. Die Linie a b gibt hiervon ein Beispiel, denn obwohl sie in der Vorderansicht als Senkrechte erscheint, sagt ihre Seitenansicht aus, daß sie in Wirklichkeit schief steht, da sie sich stark nach vorn neigt. Es ist uns nun die Aufgabe gestellt, ihre Grundrißansicht in der wagerechten Projektionstafel aufzusuchen.

Die Lösung ist der vorigen ähnlich. Suche zuerst die Projektionen der Punkte a′ b′ in der Seitenansicht, d. h. lote von ihnen herunter auf die (untere) Grundlinie und bringt diese Punkte a″ b″ durch Viertelkreis nach a‴ b‴, so ist die Linie a‴ b‴ das Bild von a b, welche natürlich wieder als verkürzte Linie sich darstellen muß.

Fig. 7, Taf. IV.

Nun kann endlich noch der Fall eintreten, daß eine gerade Linie weder nach der einen noch nach der andern Seite hin senkrecht steht, wie hier die Linie a b.

Die Lösung dieser Aufgabe kann und soll jetzt dem jungen Zeichner selbst überlassen werden, da sie sich ganz auf das bisherige Verfahren gründet. Das Resultat ist die Linie c d.

Es kommt indessen häufig nicht nur darauf an, wie bisher zu ermitteln, wie lang eine schiefe Linie im Grund- oder Aufriß erscheint, sondern auch die Lage derselben genau festzustellen, deshalb ist hier noch eine andere Lösung gegeben.

Die Arbeit der bisher nötigen Viertelkreise ist hier einer geraden Linie übertragen worden, welche unter einem Winkel von 45° (Gehrung) zur Grundlinie gezogen ist und den Namen „Transportlinie" führt. Auf diese Linie t r lote nun die Punkte a′ b′ nach a″ b″; winkele sie nach den von a b aus gezogenen Senkrechten, so ergeben sich die Punkte a‴ b‴.

Die Linie a‴ b‴ zeigt nun zwar in Hinsicht ihrer Länge dasselbe Resultat als c d, sie gibt aber dafür das genaue Bild von dem wie die Schiefe a b, von oben gesehen, in Wirklichkeit erscheint.

Zweiter Abschnitt.

Die Projektion der Fläche.

Fig. 8, Taf. IV.

Wenn eine ebene Fläche, z. B eine Blechtafel, senkrecht vor mir steht, so zeigt sie mir ihre wirkliche Gestalt und ihr Bild auf der senkrechten Projektionstafel gibt dieses wieder (a b c d). Von oben gesehen erscheint sie indessen nur als gerade Linie, die so lang ist, als die Blechtafel breit. Wie die wagerechte Projektion a′ b′ dieser Fläche gefunden wird, ist im vorhergehenden gelehrt worden und bedarf keiner weiteren Erörterung.

Fig. 9, Taf. IV.

Hier ist das Umgekehrte gezeigt. Eine Fläche, die sich senkrecht unter meinem Auge befindet, zeigt in dieser Lage und auch im Grundrisse ihre wahre Gestalt. Hebe ich diese Fläche so hoch, daß sie mit meinen Augen in gleicher Höhe liegt und lasse dabei ihre Lage unverändert, so erscheint sie jetzt mir als? — gerade Linie. Es ist also die Linie a′ b′ die senkrechte Projektion der Fläche a b c d und ich bin genötigt, mir unter der Linie a′ b′ eine Fläche (a b c d) vorzustellen!

Fig. 10, Taf. IV.

Wieder ist eine Fläche (a b c d) im Aufrisse gezeichnet; sie steht zwar mit ihren kurzen Seiten a b und c d parallel mit der Bildtafel, ihr oberer Teil aber ist gegen die Bildtafel geneigt, wie die Linie e f der Seitenansicht angibt. Wie wird sie in der horizontalen Projektion — im Grundrisse erscheinen?

Lote die senkrechten Seiten der Fläche a c und b d hinunter in die Projektionsebene des Grundrisses und die Endpunkte e f auf die Grundlinie derselben. Durch zwei Viertelkreise und Überwinkeln mittels der Reißschiene er-

gibt sich die Fläche a′ b′ c′ d′ als Projektion. Sie erscheint also im Grundrisse wesentlich verkürzt. Frage: Wie erscheint sie im Aufrisse? Ist a c oder b d die wirkliche Höhe? Nein, denn diese ist e f!

Fig. 11, Taf. IV.

Aufgabe. Vor mir steht eine ebene Fläche mit ihren Höhenkanten senkrecht, also parallel zur Bildtafel; sie bildet aber mit dieser nach der Tiefe hin einen Winkel von 45°. Wie erscheint sie im Aufrisse?

Lösung. Zeichne zuerst den Grundriß, also eine Linie unter 45° und gib ihr die Länge, welche der Breite der Fläche gleich ist = a b. Lote die Endpunkte a und b aus dem Grundrisse hinauf in den Aufriß, ziehe die senkrechten Linien a′ c und b′ d, so sind diese Linien die Projektionen der Seitenkanten der Fläche und die Fläche selbst das Parallelogramm a′ b′ c d. Sie erscheint also in ihrer Breite verkürzt, denn die wirkliche Breite ist a b.

Fig. 12, Taf. IV.

Aufgabe. Die schräge Linie a′ b′ ist die senkrechte Projektion einer Fläche, die zwar mit allen ihren Längenkanten auf der senkrechten Bildtafel senkrecht steht, gegen die wagerechte Bildtafel aber um einen Winkel von 45° geneigt ist. Suche hiervon die wagerechte Projektion und zwar aus dem Bisherigen ohne Anleitung an dieser Stelle.

Fig. 13, Taf. IV.

Aufgabe. Die quadratische Fläche 1, 2, 3, 4 ist so gestellt, daß ihre Seitenkanten nicht mehr mit den Kanten der Bildtafel parallel laufen und daß sie oben nach hinten neigt. Es soll ihre Projektion auf der Grundrißebene ermittelt werden.

Lösung. Lote wie früher alle Punkte 1 bis 4 in die Grundrißebene und winkele sie gleichfalls mit der Reißschiene auf die Schräge 3′, 1′. Die Punkte 1′, 4′, 3′, 2′ werden der Reihe nach auf die Transportlinie t r gelotet und von den erhaltenen Punkten 1″, 4″, 3″ 2″ nach den

gleichnamigen Senkrechten, die zuerst gezogen worden sind, gewinkelt, so ergeben sich die Punkte 1''', 2''', 3''' 4''', welche, durch gerade Linien verbunden, die gesuchte Projektion ergeben.

Fig. 14, Taf. IV.

An Stelle des Quadrates ist hier das Dreieck a b c getreten. Steht dies senkrecht wie in der Seitenansicht bei d angegeben ist, so erscheint sie im Grundrisse wie in **Fig. 8, Taf. IV**, als gerade Linie a''' b''', in deren Mitte die Spitze c liegen muß.

Ist das Dreieck a b c aber mit der Spitze gegen die senkrechte Bildtafel geneigt, so verfährt man wie bisher und erhält das Dreieck a''' b''' c'''.

Fig. 15, Taf. IV.

Wie aus **Fig. 14, Taf. IV**, zu ersehen ist, erscheint das Dreieck a b c im Grundrisse verkürzt, weil es gegen die Bildtafel geneigt ist.

In **Fig. 15, Taf. IV**, ist das Dreieck a b c gegeben und von ihm angenommen worden, daß es unter dem beigegebenen Winkel x gegen die Bildtafel geneigt sei. Wie wird die wirkliche Höhe desselben gefunden?

Lösung. Ziehe von c aus eine Linie wagerecht nach dem oberen Schenkel des Winkels x, so wird dieser in e geschnitten. e g ist nun die wirkliche Höhe des Dreiecks; fasse sie in den Zirkel und bringe sie in die senkrechte Stellung g f. Winkele von f nach d und schneide diese Linie durch eine Senkrechte aus c, so ist das Dreieck a b d die wirkliche Gestalt von dem geneigten a b c.

Fig. 16, Taf. IV.

Vorige Aufgabe ist hier an dem schiefstehenden Parallelogramm a b c d gelöst worden. Der Neigungswinkel ist y. Das Verfahren ist ganz das vorige.

Fig. 17, Taf. IV.

Liegt eine Kreisfläche horizontal, so erscheint sie auf der wagerechten Projektionsebene in ihrer wirklichen Ge-

stalt (Lage I); in der senkrechten jedoch als gerade Linie von der Länge des Durchmessers 1, 5. (Lage I'.)

Wird nun die Kreisfläche aus der Lage I' in die Lage II gebracht, so kann sie auch, von oben gesehen, nicht mehr als Kreis, sondern als eine an beiden Seiten zusammengedrückte längliche Figur, d. i. als Ellipse erscheinen. (Siehe **Fig. 12, Taf. III**, Anmerkung 1.)

Um diese Ellipse zu suchen, teilt man den Kreis I in eine Anzahl (8) gleicher Teile und lotet diese hinauf auf die Projektion I'. Durch Zirkelschlag sind diese Punkte (2 und 8, 4 und 6 decken sich) leicht nach Projektion II gebracht. Lotet man diese hinunter unter die Grundlinie und schneidet durch wagerechte Linien aus Projektion I herüber, so ergeben sich die 8 Punkte der Ellipse, die aus freier Hand zu verbinden sind. Die Kreisbogen 2, 3; 3, 4; 6, 7; 7, 8 sind der Sicherheit wegen noch einmal halbiert worden.

Die Projektion III ergibt eine noch engere Ellipse.

Anmerkung zu **Fig. 17, Taf. IV.** Aus demselben Grunde wie ich mir unter einer geraden Linie (**Fig. 9, Taf. IV**) ein Quadrat, ein Dreieck (**Fig. 7, Taf. IV**) vorstellen kann, kann ich auch nach **Fig. 17** unter einer solchen Linie mir einen Kreis vorstellen!

Dritter Abschnitt.

Die Projektion der Körper*).

Fig. 18, Taf. IV.

Vorbemerkung. Der Würfel ist ein Körper, der von sechs gleichgroßen Quadraten begrenzt wird.

Wegen dieser Beschaffenheit kann ein Würfel im Aufrisse und im Grundrisse auch weiter nichts als ein Quadrat zur Ansicht bieten. Zeichne dies!

*) Der Einfachheit wegen werden künftig die Bildtafeln nicht mehr gezeichnet, sondern nur noch gedacht.

Fig. 19, Taf. IV.

Vorbemerkung. Eine quadratische Säule ist ein Körper, welcher von vier Rechtecken als Seitenflächen und zwei Quadraten als Grund- und Deckfläche begrenzt wird.

Auch dieser Körper bietet für die Darstellung des Grund- und Aufrisses keine Schwierigkeiten dar. Zeichne zuerst den Aufriß und hiernach den Grundriß.

Fig. 20, Taf. IV.

Zeichne dieselbe Säule im Grund- und Aufrisse, wenn sie übereck gestellt ist, ohne Anleitung des Buches.

Fig. 21, Taf. IV.

Aufgabe. Die quadratische Säule aus **Fig. 19, Taf. IV**, steht zwar mit ihren Seitenflächen parallel zur senkrechten Bildtafel, ist aber mit ihrem oberen Ende nach rechts geneigt worden. Es soll hiervon die wagerechte Projektion gesucht werden.

Lösung. Ist der Aufriß a b c d gezeichnet worden, so ziehe man unterhalb der Grundlinie zwei mit ihr parallele Linien soweit voneinander entfernt, als die Grundkante a d angibt. Lotet man von a und b hinunter nach a′ b′, so ist das Rechteck a′ b′ a″ b″ die Projektion der oberen Seitenfläche bei a b. Von c hinunter nach c′ gelotet, gibt die gleichfalls verkürzt erscheinende quadratische Oberfläche b′ c′ b″ c″. In gleicher Weise sind die unteren, nicht sichtbaren Seiten d′ c′ d″ c″ und a′ d′ a″ d″ gefunden.

Fig. 22, Taf. IV.

Vorbemerkung. Eine Pyramide ist ein Körper, der von einem Drei-, Vier-, n eck als Grundfläche und eben soviel Dreiecken als Seitenflächen begrenzt ist.

Aufgabe. Das Dreieck a b c stellt den Aufriß einer vierseitigen Pyramide dar. Es soll der Grundriß gezeichnet werden, wenn die Grundkante a b parallel zur Bildtafel steht.

Lösung. Nimm ab zur Seitenkante eines Quadrates, zeichne dies und ziehe die Diagonalen, so erscheinen alle vier Seitenflächen als verkürzte Dreiecke.

Fig. 23, Taf. IV.

Aufgabe. Die Pyramide aus **Fig. 22, Taf. IV**, hat jetzt eine Neigung der Spitze c nach rechts erhalten und es soll in der wagerechten Bildtafel das Bild hiervon aufgesucht werden.

Die Lösung bietet nicht viel Neues. Zeichne zuerst die Grundlinie a b und gib ihr die verlangte Neigung. Setze in beiden Endpunkten derselben abwechselnd den Zirkel mit der Öffnung a c ein und kreuze bei c, so ergibt sich aus der Verbindung der drei Punkte der Aufriß der Pyramide.

Lote die Punkte a b hinunter in den Grundriß und ziehe die beiden Linien a′ b′; a″ b″ parallel zur Grundlinie mit der Entfernung a b (Warum a b? Quadrat!), so ist die Projektion der Grundfläche gefunden, deren Kante b′ b″ vom Körper selbst verdeckt wird. Halbiere a′ a″ in e und ziehe die Wagerechte e c′, schneide von c aus nach c′, so ist die Lage der Spitze des Körpers bestimmt. Verbinde die Spitze c′ mit allen Eckpunkten der Grundfläche, so ist die Lösung vollzogen.

Fig. 24, Taf. IV.

Die Aufgabe aus **Fig. 23, Taf. IV**, ist hier insofern erschwert, als dem Körper außer der Neigung noch eine Stellung übereck gegeben worden ist.

Aufmerksamkeit verlangt der Anfang dieser Lösung. (Wo liegt dieser?) Zeichne zuerst das übereckstehende Quadrat a b d e. Lote alle Punkte hinauf auf a′ d′ und gib dieser die Lage II; mittels Zirkelschlag trage alle Maße von I auf II über. Vollende nun den Aufriß indem Du die Punkte a′ b′ d′ der Projektion II mit der Spitze c verbindest. Die Maße aus Position II dienen nun zur Projektion der Grundfläche im Grundrisse und werden nach dort hinunter gelotet, wodurch sich das Viereck

a'' b'' d'' e'' ergibt. Das übrige wie in **Fig. 23, Taf. IV.**

Fig. 25, Taf. IV.

Aufgabe a. Zeichne im Grund- und Aufriß die achtseitige Pyramide ohne Anleitung. (Was ist zuerst zu zeichnen?)

Aufgabe b. Löse diese Aufgabe noch einmal als Pyramidenstumpf nach dem Schnitte a b.

Ehe wir von diesem wichtigen Kapitel scheiden, sei auf einen wichtigen Satz hier hingewiesen: „Alle Ebenen, welche mit der einen oder andern Bildtafel einen schiefen Winkel bilden, erscheinen nicht in ihrer wirklichen Größe, sondern verkürzt!"

Drittes Kapitel.

Schnittkonstruktion von Gegenständen mit teils geraden, teils schiefen Begrenzungsflächen.

A. Mantelschnitte.

Der Würfel, Fig. 1, Taf. V.

Zeichne zuerst Grund- und Aufriß des Würfels a b c d.

Da nach früher Gesagtem der Würfel ein Körper ist, der sechs gleichgroße Quadrate zur Oberfläche hat, so ist zur Herstellung eines Mantels für diesen Körper auch nur nötig, sechs solcher Quadrate mit der Seitenkante a b zu zeichnen und zwar vier davon nebeneinander für die Zarge, sodann ein Quadrat oberhalb derselben für den Deckel und eins unterhalb für den Boden. An welchem der vier

und trägt davon 22 auf dem Kreisbogen ab, so braucht man nur die beiden Endpunkte mit dem Zentrum c' zu verbinden, so ist der Mantel gefunden.

Fig. 7, Taf. V.

Der Mantel zu diesem abgestumpften Kegel wird in derselben Weise gefunden. Man hat nur nötig, die Seitenkanten a d und e b bis zur Spitze c zu verlängern und hat somit den Radius a c für den Mantel, sowie d c für den Ausschnitt gefunden.

Fig. 8, Taf. V.

Aufgabe. Der Stumpf einer sechsseitigen, senkrechten Pyramide ist gegeben und es soll der Schnitt des Mantels gesucht werden.

Lösung. Zeichne zuerst das Sechseck für den Grundriß und zwar so, daß zwei Seiten mit der Grundlinie parallel laufen. Die sechs Eckpunkte (von denen vier aufeinander fallen) lote hinauf auf die Grundlinie und ziehe alle Seitenkanten nach der Spitze c. Die Linie a c ist der Radius für den Mantel; auf dem Kreisbogen desselben trägt man die Grundkante a' g sechsmal ab und zieht alle Strahlen nach c', sowie die sechs Sehnen als Grundkanten des Mantels. Mit c d zeichne den Kreisausschnitt d' c' d' und ziehe ebenfalls die sechs Sehnen als Oberkanten des Mantels.

Sollte nun noch die Aufgabe gestellt sein, Boden und Deckel genau anschließend zu zeichnen, so zeichne wie folgt: Fasse die Grundkante des Bodens a' g in den Zirkel, setze abwechselnd in g' f' ein und kreuze in i; i betrachte als Mittelpunkt für den Grundkreis, auf dessen Peripherie sich jene Grundkante a' g an g' f' anschließend noch fünfmal abtragen läßt. Ebenso behandle den Deckel.

Fig. 9, Taf. V.

Aufgabe. Der Mantel zu einer dreiseitigen Pyramide wird zu zeichnen verlangt.

Lösung. Es handelt sich zunächst wieder darum, die wirkliche Länge der Seitenkanten zu finden. Zeichne also zuerst ein gleichseitiges Dreieck, am besten so, daß eine Seite mit der Grundlinie parallel läuft. Suche von diesem Dreiecke des Grundrisses die Mitte g (**Fig. 17, Taf. I**). Hiernach zeichne alsdann den Aufriß. Von g aus ziehe eine Linie parallel zu a b und trage auf dieser das Maß g e ab; lote f nach h und ziehe die Schräge h c, so ist der Radius für den Mantel gefunden. Das übrige ist bekannt.

Ein 26strahliger Stern, Fig. 10, Taf. V.

Die Grundlage oder der Kern zu einem 26strahligen Sterne, der von dem Klempner gern als Emblem gewählt wird, ist ein sogenannter archimedrischer Körper, das ist ein solcher, der von 18 Quadraten und 8 gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird. Die Seiten der Dreiecke sind so lang wie die der Quadrate. (Ein solcher Körper kommt hinsichtlich seiner Form einer Kugel ziemlich nahe.)

A gibt das Netz des Mantels für den Kern und gibt Rechenschaft über die eigentümliche Anordnung der einzelnen Quadrate und Dreiecke.

B ist der Mantel für die 8 dreiseitigen Pyramiden,

C der für die 18 vierkantigen Pyramiden.

Die meiste Schwierigkeit und größte Genauigkeit erfordert der Ausschnitt, das Abbiegen und das Löten des Kernes A.

Es ist nicht nötig nachzuweisen, daß eine solche Arbeit, wenn sie gelungen ist, das beste Zeugnis für die Geschicklichkeit ihres Verfertigers ist. Darum versuche es wenigstens einen solchen Körper anzufertigen!

B. Zuschnitte von Einsatzkästen mit senkrechten und schrägen Zargen.

Fig. 1, Taf. VI.

Die Zeichnung gibt den Aufriß eines Einsatzes für einen Waschtisch mit senkrechten Wänden.

Aus Länge und Breite des Bodens, die dem Klempner in diesem Falle nach dem Metermaße angegeben wird, bilde er sich ein Rechteck, verlängere alle vier Seiten des Bodens über das Rechteck hinaus, so sind zugleich die Maße für die vier Zargen gefunden. Die Höhe dieser Zargen weist der Aufriß auf und beträgt a b. Dieses Maß a' b' trage an allen vier Seiten auf, so sind die Zargen mit dem Boden aufgerissen. An den freien Längskanten der Zargen ist nun noch ein schmaler Streifen anzureißen als Überschlag.

Was den Ausschnitt in den vier Ecken anbetrifft, so ist er am leichtesten geschehen, wie ihn die Zeichnung links angibt, jedoch erfordert er zuletzt das Auflöten eines kleinen Dreiecks auf den Überschlag, was dem guten Aussehen der Arbeit nicht gerade dienlich ist. Ein hübscheres Aussehen gewinnt die Arbeit, wenn der etwas schwierigere Ausschnitt rechts der Zeichnung gewählt wird. Durch die stehengebliebene Gehrung des Überschlages fällt das Auflöten eines Dreieckes fort.

Anmerkung. In allen vier Ecken ist das Zugeben der Naht angedeutet.

Fig. 2, Taf. VI.

Ein Zinkeinsatz mit runden Ecken und senkrechten Zargen, wird ähnlich wie der vorige zugerissen.

Man suche zuerst den Mittelpunkt c auf für die runden Ecken; von diesen aus ziehe man senkrechte und wagerechte Linien über die Bodenfläche hinaus und man erhält somit die geraden Stücke der Zargen, deren Höhe wieder a b ist. Um die Größe der Zargenstücke für die runden Ecken zu finden, teile man eine Rundung am Boden in vier gleiche Teile und trage diese auf einer geraden Linie in B ab. Die Höhe hierfür ist wieder a' b'. Es fehlen nun noch die Viertelrundungen für den Überschlag. Nimm also c d als Radius für den inneren Kreisbogen, setze die Breite des Überschlages d' e' an und ziehe den äußeren Viertelkreis (C), so ist alles Nötige für den Einsatz gefunden.

Fig. 3, Taf. VI.

Soll ein Einsatz schrägstehende Zargen erhalten, wie in **Fig. 3, Taf. VI**, so zeichne man zuerst den Aufriß und bestimme die Schräge der Zargen a b. Senkrecht unter den Aufriß zeichne man das Rechteck für den Boden und setze die Zargen a b anfangs so an, als wenn sie rechtwinkelig zu-stehen kommen sollten (wie **Fig. 1, Tafel VI**). Nun messe man die Ausladung der Schräge c b im Aufrisse und setze dieses Maß in jedem der vier Ausschnitte zweimal an, so daß die Oberkante jeder Zarge zweimal um das Stück c b verlängert wird. Es entsteht somit in den vier Ecken der spitzwinkelige Ausschnitt. Zuletzt ist an alle vier Zargen der Überschlag zu setzen und die Gehrung anzureißen, deren Ausschnitt hier leicht auszuführen ist.

Anmerkung. Es dürfte sich in diesem Falle empfehlen, die Nähte an den Langseiten stehen zu lassen.

Fig. 4, Taf. VI.

Dieser Einsatz bietet eine Verschmelzung der zwei letzten Beispiele. Die Zargen stehen schräg, die Ecken sind rund. Zeichne zuerst das Rechteck für den Boden und die abgerundeten Ecken; setze daran die geraden Zargenteile nach Anleitung von **Fig. 3, Taf. VI**.

Es muß nun der Schnitt für die runden Zargenstücke gesucht werden. Da sie Teile des Mantels eines Kegels sind, so werden sie auch wie ein solcher konstruiert.

Man verlängert die Schräge a b bis zu der Mittellinie c c′, so wird letztere in h geschnitten. h b ist nun der Radius für den äußeren und h a für den inneren Kreisbogen. Ziehe diese Kreise und gib dem kleinen i′ k′ dieselbe Anzahl gleicher Teile wie der Viertelkreis i k aufweist (4), verbinde hierauf die Endpunkte i′ k′ mit dem Mittelpunkt h′ und verlängere diese Linien bis zum äußeren Kreisbogen, so sind die runden Zwickel gefunden.

Es sind nun noch die vier viertelkreisförmigen Überschläge zu zeichnen. Die Radien hierfür sind c g und c f.

Ein Kohlenkasten, Fig. 5, Taf. VI.

Aufgabe. Der Schnitt zu einem Kohlenkasten mit schräg stehenden Zargen und halbkreisförmig abgerundeten Enden soll gesucht werden.

Lösung. Man zeichnet zuerst den Aufriß, sodann den Grundriß D, damit die Mittelpunkte für die Rundungen gefunden werden. Durch diese Mittelpunkte c, c zieht man senkrechte Linien und es ergibt sich hierdurch die Länge für die Zargen, soweit sie gerade sind. Der Zuschnitt E für den Boden ist nun leicht gefunden. Die Halbkreise c, c des Grundrisses sind auch für den Boden maßgebend, man zeichne sie und setze dazu den Zirkel in c′ c′ ein; zugleich ist somit die Breite des Bodens gefunden, wenn man beide Halbkreise durch gerade Linien (a′ a′) verbindet. An diese Linien a′ a′ hat man nur noch die Höhe a b der schrägen Zargen anzutragen und, wenn man will, an diese noch einen schmalen Streifen für die Platte oder den Wulst. Somit ist der Zuschnitt des Bodens vollendet.

Um die Geisen für die runden Teile (B) zu finden, beachte man folgendes. Sie sind als Hälften eines Kegels zu betrachten, dessen Höhe wir erst zu suchen haben.

Die Höhe des Kegels könnte ich ganz ebenso wie in Fig. 4, Taf. VI, finden, wenn ich die Schräge a b nach unten verlängern wollte bis zu den vorhin gezogenen Linien c c′. Von dem Durchschnittspunkte bis zu b gemessen, würde dann der Radius sein. Es soll hier jedoch die Höhe des Kegels so gefunden werden, daß wir dafür eine besondere Zeichnung (A), eine sogenannte Lehre anfertigen. Ziehe also neben den Aufriß eine senkrechte Linie und winkele mit der Reißschiene die senkrechte Höhe der Zargen c′ c′ darauf. Auf der oberen Linie trage von c′ aus den Radius c e (siehe D) nach c′ e′ und auf der unteren den Radius c d von c′ nach d′. Verbinde e′ d′ und verlängere diese Linien bis zur Senkrechten, so ist e′ h der Radius, den wir suchten. Schlage mit e′ h einen Kreisbogen und trage darauf soviel Teile ab, als der Halbkreis c e in D erhalten hat (hier 9), das weitere wie früher.

Fig. 6, Taf. VI.

Aufgabe. Suche den Zuschnitt für einen Brennholzkasten mit schrägstehenden Zargen.

Lösung. Zeichne nach den etwa gegebenen Maßen zuerst den Aufriß, nach diesem den Grundriß durch Herunterloten der Breitenverhältnisse. (Es ist nur die Hälfte des Grundrisses nötig, der Kasten selbst ist quadratisch angenommen.)

Es handelt sich nun um das Zeichnen einer Zarge. Die Höhe einer solchen ist a b, obere Länge c b, untere d a; zeichne daraus ein Trapez, so ist dies der Schnitt für einen Zargenteil.

Fig. 7, Taf. VI.

Diese Aufgabe unterscheidet sich von der vorigen nur insofern, als dem Kasten gebrochene Ecken gegeben worden sind.

Beginne ganz so wie in **Fig. 6, Taf. VI.** Lote alle Ausladungen des Aufrisses hinunter in den Grundriß. Den Ecken gib eine Schmiege von 45°. Als Maße für diese Ecken oder Zwickel gelten die Höhe a b, die obere Breite c d, die untere e f.

Ziehe also eine senkrechte Linie und mache sie = a b; an das obere und untere Ende setze wagerechte Linien an, halbiere c d und bringe dieses Maß von b′ aus nach c′ und d′. Desgleichen halbiere e f und trage es nach e′ f′; verbinde schließlich e′ c′, d′ f′ durch gerade Linien.

Fig. 8, Taf. VI.

Die Zeichnung gibt den Aufriß zu einem Blechkasten zur Aufbewahrung von Wertsachen, mit der Aufgabe, die nötigen Schnitte dazu zu suchen.

Lösung. A. Der Boden und Zargenschnitt.

Lote die Lichtenweite des Bodens aus dem Aufrisse in den Grundriß (es ist wieder nur der halbe gegeben) und bilde aus dieser Länge und der halben Breite des Bodens ein Rechteck. Verlängere diese Seiten über den Boden

hinaus und trage das Höhenmaß der schrägen Zarge a i überall, wo es nötig ist, an. Wie in **Fig. 3, Taf. VI**, wird nun die Ausladung der Schräge c d immer nach innen angetragen, so entsteht der spitzwinkelige Ausschnitt der Zarge. (Es muß der Rand noch zugegeben werden.)

B. Der Deckelschnitt.

Die Maße für den Deckel sind, Breite: zweimal a b
Länge: zweimal a b
+ c b und außerdem ein schmaler Streifen für den Falz des Deckels.

Ziehe eine senkrechte Linie und mache sie lang 2 × a b + c b. Stich von beiden Enden das Maß a b zurück, so erhältst du die Punkte c′ b′. Trage nun zu beiden Seiten dieser Mittellinie das Maß a b ab und ziehe die senkrechten Linien a′ a′. Die Länge für diese Linien ist a k, trage sie auf a′, a′ jedoch von der Mitte ausgehend, ab nach a″ k″; verbinde die so erhaltenen Punkte k″ c′ und a″ b′, so ist der größte Teil des Deckels zugerissen. Es fehlen nur noch die beiden Endstücke. Die Maße hierfür ergeben sich aus a b als Höhe und g h als halber Breite eines gleichschenkeligen Dreiecks. Ziehe also eine Wagerechte und mache sie = 2 mal g h, so ist diese die Grundlinie des Dreicks; errichte in deren Mitte (bei g) die Höhe a′ b′ und verbinde die drei Punkte h′ b′ h′, so ist auch diese Aufgabe gelöst.

An dem unteren Ende der Zeichnung B für den Deckel ist gezeigt worden, wie eine Naht erspart werden kann. Es ist zu diesem Zwecke nur erforderlich, von a″ aus das doppelte Maß g h mittels Zirkelschlag nach a‴ zu bringen und von b′ aus mit der Zirkelweite a″ zu kreuzen. a‴ wird mit b′ und a″ verbunden.

Fig. 9, Taf. VI.

In fünf Figuren sind hier die einzelnen Teile eines Aschenkastens gezeichnet worden und es ist
a die Vorderansicht,
b die Seitenansicht des Kastens,

c ist das Vorderstück des Kastens, welches nach den punktierten Linien abgebogen wird,

d ist das Hinterstück, dessen oberer Rand ebenfalls nach der punktierten Linie abgebogen wird,

e endlich sind die zwei Seitenteile mit dem Boden in der Mitte. Die punktierten Linien geben wieder die Abbiegungslinien an.

Fig. 10, Taf. VI.

Ein Schiefertafelbeschlag in geraden Linien.

Zeichne diesen Schnitt ohne Anleitung.

Fig. 11, Taf. VI.

Ein gleicher in geschweiften Linien.

Beachte: Der Mittelpunkt b liegt in einer Gehrung (a b); trage diese Gehrung a b viermal auf. Die Mittelpunkte c erhalte ich von a aus.

Fig. 12, Taf. VI,

gibt den Zuschnitt zu einer Kohlenschaufel mit senkrechten Zargen.

Fig. 13, Taf. VI,

zeigt den Zuschnitt einer Kehrichtschaufel mit schrägen Zargen.

C. Schnitte schiefer Flächen, die im Baufach vorkommen.

Fig. 1, Taf. VII.

Es wird häufig von dem Klempner verlangt, ein Gurtgesims zu verblechen, damit das Wetter abgehalten werde. In diesem Beispiele soll eine solche Aufgabe gelöst werden, wenn das Gurtgesims die Kröpfung eines Vorbaues erhalten hat.

Könnte der Wetterschlag d e wagerecht sein, so könnten alle Teile die Gehrung von 45^{0} bekommen; da dieses

aber nicht der Fall sein kann, muß die Schmiege erst gesucht werden.

Die Breite für alle Bleche bleibt stets dieselbe, nämlich d e (dabei ist der Wulst nicht mit gerechnet); die Breite der Gesimsausladung g f (im Grundriß B). Man reiße nun an jedes Ende eines Bleches, das eine Schmiege erhalten soll, eine Winkelkante (z. B. bei d, in Figur C), verlängere die Hinterkante um die Ausladung f g von d' nach e' und verbinde e' mit h so ist die Schmiege gefunden.

Dasselbe Verfahren erheischt das Blech D, nur mit der kleinen Abweichung, daß die Vorderkante (anstatt Hinterkante wie oben) um f g zweimal verlängert werden muß.

Auch für die Teile E gilt dieses. Die Länge dieser Bleche ergibt sich aus der Ausladung des Vorbaues B.

Fig. 2, Taf. VII.

Diese etwas unverständliche Zeichnung stellt im Aufrisse (A und B) zwei übereinander liegende Schwellen vor, die wie in **Fig. 1** einen Vorbau haben. Alle dem Wetter ausgesetzte Holzflächen sollen eine Blechbekleidung erhalten.

Beim Bau gilt als Regel, Fugen thunlichst zu vermeiden, es wird deshalb das Bekleidungsblech, welches die Schwellen A und B bedecken soll, aus dem Ganzen geschnitten. Da die untere Schwelle B vorspringt, bekommt der Teil C eine Gehrung und wird dann rechtwinklig abgebogen; die Längen für die Bleche A' B' werden aus dem Aufrisse hinunter gelotet. Die Seitenteile A'' C'' B'' erhalten denselben Schnitt; die oberen Teile A'' greifen um die Platte p über die unteren B'' hinaus. C und C'' erhält die Tiefe der Platte p.

Die schmalen Teile A''', C''', B''', welche die Hirnkanten der Schwellen des Vorbaues zu bekleiden haben, werden ganz in derselben Weise gezeichnet, nur daß die Maße in entgegengesetzter Richtung aufgetragen werden.

Fig. 3, Taf. VII.

An die Stelle der Platte p, **Fig. 2**, ist hier die Wasserfase w getreten, welche jedoch für das Aufsuchen

des Schnittes keine neuen Gesichtspunkte bietet. Suche also die Lösung allein zu finden.

Anmerkung. Die Praxis, der die Zeit stets kostbar ist, begnügt sich in ähnlichen Fällen wohl immer mit der Ermittelung nur eines Schnittes und verwendet diesen durch Umwenden für die linken und rechten Teile. Dem Zeichner soll diese kleine Ersparnis aber gleichgültig sein, wenn er sich Sicherheit und Geschick im Konstruieren aneignen will, denn gerade die Frage: ist dies Maß links oder rechts anzutragen? erfordert oft das meiste Nachdenken, fördert aber auch am besten den Zeichner.

Fig. 4, Taf. VII.

Aufgabe. Bestimme die Form und Größe dieser Dachflächen, wenn sie sämtlich gleiche Schmiege haben.

Lösung. Die Dachfläche a b c muß wegen ihrer Neigung nach hinten offenbar verkürzt erscheinen; könnten wir sie senkrecht aufrichten, so müßte sich die wirkliche Höhe erkennen lassen. Die Breite a b bleibt jedoch dieselbe. Lege diese Breite a′ b′ des Grundrisses a′ b′ d f der Dachfläche a b c zu Grunde. Errichte in der Mitte dieser Linie (a″ b″) eine Senkrechte und mache sie gleich a c oder b c, so ist Dreieck a″ b″ c″ die gesuchte Größe der fraglichen Dachfläche.

Für die Ermittelung der Seitenteile gilt dieselbe Höhe a c. Die untere Kante ist aus dem Grundrisse zu entnehmen = b′ d, ebenso die Oberkante e c′. Zeichne also die Grundkante b″ d″, errichte in d″ eine Normale gleich der Höhe der Dachfläche (a c). Aus e′ ziehe eine Wagerechte e′ c″ gleich der Oberkante (e c′) und verbinde b″ mit c″, so ist Größe und Gestalt gefunden.

Anmerkung. Warum ist a c als Höhe für Dreieck a b c anzunehmen? Es ist gesagt, alle Flächen haben gleiche Schmiege also den Winkel x. Unter a c kann ich mir ebensogut die hintere Kante der Dachseitenfläche vorstellen; diese läuft aber mit der Bildtafel parallel und ist nur seitlich geneigt. Solche Längen kann ich aber nach Fig. 7, Taf. IV, u. s. f. aus der Bildtafel selbst abstechen.

Fig. 5, Taf. VII.

Diese Aufgabe ist von der vorigen insofern unterschieden, als der Anschluß der Seitenflächen nicht wie dort an eine senkrechte Wand, sondern an ein Walmdach geschieht.

Zur Lösung dieser Frage sei darum auch nur auf diesen letzten Umstand hingewiesen.

Aus der Seitenansicht B sind mit Leichtigkeit alle Längenverhältnisse und ihre Beziehung zu einander zu ersehen. Man lote sie hinunter in die Schablone B′ und gebe den beiden wagerechten Kanten d′ e′ und g′ i′ die Entfernung a c in normaler Richtung. Der Streifen neben e′ i′ soll das Kehlblech, welches unter die Ziegel zu liegen kommt, andeuten.

Fig. 6, Taf. VII.

Aufgabe. Ein Zinkdach mit gebrochenen Ecken soll gezeichnet werden.

Lösung. Die Höhe für Teil A ist wie oben = a c, die Basis ist aus dem Grundrisse abzustechen = g g. Konstruiere daraus ein Dreieck, wie bisher immer geschehen.

Um die Höhe der Zwickel B, B zu finden, ist eine Achteldrehung auszuführen. Die (ursprüngliche) Diagonale i x wird mittels Zirkelschlag auf die verlängerte Grundlinie gebracht und von dem erhaltenen Punkte d eine Gerade nach der Dachspitze c gezogen. d c ist nun die Höhe für den Zwickel B, h g ist die Grundkante dazu. Bilde daraus das Dreieck.

Fig. 7, Taf. VII.

In dieser Zeichnung ist ein Rauchfang mit zwei verschiedenen Schmiegen in Grund, Aufriß und Seitenansicht gegeben, dessen Teile ermittelt werden sollen.

Zeichne zuerst den Grundriß, hiernach den Aufriß. Durch Zirkelschlag sind aus dem Grundrisse die Maße b′ c′ in die Seitenansicht überzutragen.

Man beachte. Die Grundkante des Teiles I ist a′ e, die Höhe hierfür die Schräge a c, die Oberkante f c′. Zeichne hieraus die Schablone I′.

Der Teil II ergibt sich aus den Maßen: Grundkante a b, Oberkante c d, die Höhe b′ c′. Zeichne hieraus die Schablone II′.

Fig. 8, Taf. VII.

In neuerer Zeit werden Feueressen unmittelbar über dem Austritt aus dem Gebäude mit einer Zinkbekleidung versehen, um das lästige Einregnen zu verhüten. Es soll in dieser Aufgabe gezeigt werden, wie die Schnitte für eine solche Bekleidung gefunden werden.

Als erstes Erfordernis muß bezeichnet werden, den Winkel r zu kennen, welchen die Dachfläche mit der senkrechten Wand der Esse bildet. Am leichtesten und sichersten läßt sich derselbe mit Hilfe der Schmiege (d. i. ein Winkelhaken mit beweglichen Schenkeln) feststellen. Man legt zu dem Ende einen Schenkel der Schmiege auf die Dachfläche und legt den andern an die Wand der Esse. Ist so das Instrument genau gestellt, so nimmt man es mit Vorsicht ab, ohne es zu verstellen und reißt so den gefundenen Winkel auf ein mitgebrachtes Stück Pappe oder Blech ab und kann nun zu Hause hiernach arbeiten.

Der Zeichner kann indessen von diesem einfachen Verfahren keinen Gebrauch machen, ihm bleibt nichts weiter übrig, als zur Konstruktion zu greifen (**Fig. 14 — 15, Taf. I**) oder den Transporteur zu befragen.

Die Seitenteile I der Bekleidung, welche nach jenem Winkel konstruiert werden müssen, bestehen aus einem schmalen Streifen, — Kehlblech — welcher unter die Ziegel zu liegen kommt, und dem Stücke a b, welches so breit gerissen wird, wie es die Stärke der Esse verlangt. Letzterer Teil wird rechtwinkelig abgebogen. Man bestimme also zuerst die Breite des Kehlbleches f′, Zeichnung A, setze unten den Winkel r an und ziehe den Schenkel genügend lang. Am obern Ende desselben trage man unter einem rechten Winkel die Breite der Esse a′ b′ ab und

ziehe von b' aus eine Linie parallel zu r a' bis zur Kante des Kehlbleches, so erhält man den zweiten (spitzen) Winkel zwischen Esse und Dachfläche. (Er ist $= 180^0 - r$.)

Der vordere Teil II, die sogenannte Schürze, ist bald gerissen. Man gibt ihr die Breite der Esse a b und die Länge a r g, sowie zu beiden Seiten die Breite der Naht, welche rechtwinkelig abgebogen wird.

Das hintere Stück bekommt dieselbe Breite, wird aber erheblich kürzer, denn es braucht nur den Winkel b' s h auszufüllen; auch hier muß zu beiden Seiten die Naht zugegeben werden.

Die Schürze II' wird bei r nach dem beigesetzten stumpfen Winkel, das Hinterstück III nach dem spitzen Winkel s abgebogen.

Anmerkung. Damit das Wetter nicht an der oberen Kante der Bekleidung eindringen kann, wird sie gewöhnlich an jener Stelle rechtwinkelig umgebogen und dieses in die Mauerfuge der Esse eingeführt. Es ist jedoch rätlich, dieses nicht zu thun, und die Bekleidung frei enden zu lassen. Man nehme nun einen Blechstreifen von etwa 4 bis 5 cm Breite, biege diesen wie eben gesagt und führe ihn in die nächste Mauerfuge ein; die vier Ecken werden natürlich verlötet. Auf diese Weise ist ein Zerreißen oder Undichtwerden der Bekleidung durch etwaiges Setzen der Esse oder des Gebäudes von vornherein ausgeschlossen.

Fig. 9, Taf. VII.

In **Fig. 8, Taf. VII**, steht die Esse parallel mit der Dachfirste. Innere Einrichtung der Gebäude machen es oft notwendig, die Esse in einer Schmiege zu errichten; natürlich ist dann auch die Durchdringungsfläche der Esse eine andere.

In **Fig. 9, Taf. VII**, bildet sie mit der Dachfirste einen Winkel von 45° und es soll nun der Schnitt hierzu gesucht werden.

Lösung. Man lotet die scheinbare Breite der Esse a b hinunter auf die Blechtafel h i k l und ebenso die vordere

Eckkante c. In die Mitte der Tafel ziehe eine wagerechte Mittellinie und stich von dem Kreuzungspunkte c′ aus nach oben und unten die Länge c d oder c e aus der Seitenansicht. Verbinde die vier Punkte a′ d′ b′ e′, so ist die Form der Öffnung, durch welche die Esse steigt, gefunden.

Die vier Seitenteile, von denen zwei einander gleich sind, erhalten die wirkliche Breite der Esse f g aus der Seitenansicht. I′ bekommt die Längen f″ d″, g″ c″; II′ dagegen g″ c″, f″ e″ (ebenfalls aus der Seitenansicht zu ersehen). Durch Verbindung der Punkte c″ e″ und d″ c″ ist auch dieses Stück der Aufgabe gelöst. Es müssen jedoch an diesen Schmiegen die Nähte zugegeben und die Tafel h i k l aus zwei Teilen hergestellt werden.

D. Schnitte für Dachlukenumkleidungen.

(Fig 1 bis 8, Taf. VIII.)

Soll die Umkleidung einer Dachluke aus einem Stücke geschnitten werden, was jedoch nicht unbedingt nötig ist und auch nicht immer geschieht, so ist zu ihrer Konstruktion außer einer Vorderansicht auch noch eine Seitenansicht, welche die Schräge der Dachkante angibt, erforderlich. Die Aufgabe selbst ist dann bald gelöst.

Fig. 1, Taf. VIII.

Nachdem die Vorderansicht gezeichnet ist, fertige man die Seitenansicht dazu. Die Senkrechte g′ a in diesem stellt dann die Vorderfläche der Dachluke dar und die Schräge g′ b die Dachkante. Durch Überwinkeln der drei Punkte c, d, g nach a e g′ und b f g′ sind alle Tiefen der Umkleidung angegeben. Diese drei Maße verwende man nun zur Ermittelung derselben. Ziehe also eine gerade Linie (die die spätere Vorderkante der Luke bildet) und errichte in ihrer Mitte die Normale = a b. Zu beiden Seiten von dieser errichte in einem Abstande = c d die Normalen e f und endlich verzeichne wieder zu beiden Sei-

ten der letzten Normalen den Abstand g. Verbinde schließlich die so gefundenen Punkte g', f', b, f', g' durch gerade Linien, so ist die Arbeit vollendet. Die Kehlbleche zwischen f' g' werden selbstverständlich zugegeben, rechtwinkelig abgebogen, überhaupt die ganze Umkleidung bei a' b' nach dem Winkel c und bei e' f' nach dem Winkel d abgebogen.

Fig. 2, Taf. VIII.

Die Dachluke in diesem Beispiele hat nicht ein dreieckiges, sondern ein kreisförmiges Dach erhalten.

Teile den Bogen a b in gleiche (hier 6) Teile und ziehe von jedem Teilpunkte, sowie von b aus Wagerechte bis zur Dachkante. Ziehe nun wieder jene Wagerechte d' d' und trage auf ihr die (6) gleichen Teile ab, auf jedem eine Normale errichtend. Es werden nun sämtliche Normalen von Längen gemacht und man beginnt dazu am besten mit der mittleren Nr. 3. Diese zeigt in der Seitenansicht die Länge c 3' (selbstverständlich immer von der Senkrechten aus gemessen). Trage dieses Maß in A auf Nr. 3 auf und gehe zu Nr. 2 über, welche das Maß c 2' erhält. Dieses letzte Maß wird nun wie die beiden noch folgenden Nr. 1 und a' b' zweimal aufgetragen, einmal links und dann rechts von Nr. 3. Endlich ist noch der Abstand a' d zu beiden Seiten einzuzeichnen und es kann dann durch Verbindung aller aufgefundenen Punkte (eine gebogene und zwei gerade Linien b'' d') die Arbeit vollendet werden.

Fig. 3, Taf. VIII.

Das Dach dieser Luke hat die Wölbung eines gotischen Bogens erhalten.

Die Aufsuchung des Schnittes soll dem Zeichner überlassen bleiben. (Teile den Bogen b c in gleiche Teile.)

Fig. 4, Taf. VIII.

Die Umkleidung dieser Luke hat eine zusammengesetzte Schweifung erhalten und erfordert daher etwas mehr Aufmerken.

Man teile zunächst den oberen Halbkreis (eigentlich nur den Viertelkreis) in gleiche Teile und ziehe die wagerechten Hilfslinien bis zur Dachkante. Desgleichen ziehe man von dem Plättchen (4, 5) und der Hohlkehle (5, 6) des Gesimses, sowie von den Platten (7, 10) und den Hohlkehlen (8, 9) der Seitenwand Hilfslinien bis zur Dachkante.

Die nun kommende Ausführung ist die frühere. In der Mitte einer Wagerechten errichtet man eine Normale. Von ihr aus trägt man links und rechts zuerst die vier gleichen Teile des Viertelkreises, sodann die Breite der Platte a b, des Plättchens 4, 5 u. s. w. auf der Wagerechten ab und errichtet in jedem dieser Punkte eine Normale. Ist dies geschehen, so beginnt das Messen jeder einzelnen Hilfslinie von der Senkrechten der Seitenansicht aus bis zur Dachkante und das Eintragen jedes Maßes auf die gleichnamige Normale. Endlich werden alle so gefundenen Punkte durch eine Kurvenlinie verbunden.

Anmerkung. Das Auftragen der einzelnen Teile auf die Wagerechte kann nur so geschehen, daß diese aus der Vorderansicht der Zeichnung abgestochen werden.

Fig. 5, Taf. VIII.

Die Umkleidung A dieser Luke, von der hier nur die Hälfte gegeben worden ist, wird ganz in der früheren Weise konstruiert. Das Oval ist in 13 gleiche Teile geteilt worden, darauf folgt das Plättchen mit 14; die abschließende Hohlkehle ist in zwei Teile (15 und 16) geteilt. Das übrige ist bekannt.

Das Neue, was hier auftritt, ist die Konstruktion für das Kehlblech B. Denn, stände dieses senkrecht wie die Vorderseite der Luke, so erhielt dasselbe die gleiche Schweifung der Luke. Das Kehlblech nimmt aber die Schräge der Dachfläche an und ändert somit die Schweifung. Diese bleibt zwar der Grundform immer noch ähnlich, hat aber eine größere Längenausdehnung erhalten und diese ist um so größer, je schiefer die Dachfläche ist.

Die Schweifung des Kehlbleches wird gefunden, wenn man wie bisher die Senkrechte a b zieht als Vorderkante der Luke, a c als Vertreter der Dachkante. Der Raum zwischen der Luke und der Senkrechten a b repräsentiert nun zugleich das Kehlblech und dient zur Ermittelung seines Schnittes.

Zu diesem Behufe werden die Linien o bis 16, die wir künftighin Ordinaten nennen wollen (weil sie einer bestimmten Ordnung unterworfen sind), über die Dachkante a c hinaus fortgesetzt jedoch so, daß sie auf a c senkrecht stehen. Es wird nun jede Ordinate gemessen, und zwar von der Senkrechten bis zur Schweifung, und das Maß auf derselben Linie bleibend von a c aus rechts abgetragen, woraus sich die gesuchte Schweifung ergibt.

Fig. 6, Taf. VIII.

Dasselbe Verfahren ist hier an einer reicheren Schweifung der Luke angewandt worden.

Fig. 7, Taf. VIII.

Die Schweifung ist hier noch komplizierter; jedes einzelne Glied der Schweifung hat eine besondere Einteilung erfahren. Die Dachkante ist schräger angenommen worden, daher ist die Schweifung des Kehlbleches eine längere.

Fig. 8, Taf. VIII,

diene als Übungsbeispiel für eine selbständige Lösung. Als Dachschmiege gelte ein Winkel von 70 Grad. Konstruiere hiernach die Umkleidung, sowie das Kehlblech.

E. Gesimsschnitte.

(Fig. 1 bis 11, Taf. IX.)

Fig. 1, Taf. IX.

Es ist uns hier die Aufgabe gestellt worden, eine Kehlleiste — einen Viertelstab — mit Blech zu bekleiden, wenigstens doch die Breite desselben zu bestimmen.

In diesem Falle ist der Klempner in seiner Werkstatt in einer glücklicheren Lage als der Zeichner. Was wird er thun um die Breite zu erfahren? Er wird einen Papierstreifen nehmen, ihn straff über die Kehlung spannen, recht scharf in die Ecken des Plättchens b und c drücken und die beiden Enden der Kehlung markieren. Am Ende braucht er nur diesen Streifen abzunehmen und auszuspannen, so geben ihm die beiden Marken die Breite des Bleches an.

Nicht so leicht wird es dem Zeichner gemacht; ihm bleibt weiter nichts übrig, als zum Zirkel zu greifen und damit etwas Ähnliches zu thun. Er teilt den Kehlstoß in möglichst kleine Teile und trägt dieselbe Anzahl sofort auf einer geraden Linie ab. Die geraden Glieder — Plättchen — bei b, c, a, d mißt er einzeln und trägt sie in der richtigen Reihenfolge auf jener geraden Linie ein. Auf diesem Wege hat sich für die ganze Oberfläche des Kehlstoßes die Länge e f Figur B ergeben.

Fig. 2, Taf. IX.

In diesem Beispiel soll nicht wie in **Fig. 1, Taf. VIII**, eine Kehlleiste der Länge nach bekleidet werden, sondern ein Körper, der von links, von rechts und von vorn — eine sogenannte Kröpfung — durch eine Hohlkehle abgeschweift ist.

Der Weg, auf welchem die erforderliche Schweifung des Modelles B gefunden wird, ist obigem entnommen. Eine der beiden Kehlungen (hier die rechte) ist in gleiche Teile geteilt und durch Überwinkeln zugleich für die andere (linke) Seite mit dienstbar gemacht worden. Es ist nur noch übrig, mit derselben Zirkelweite einer senkrechten Linie (a b) dieselbe Einteilung zu geben und ebenfalls aus jeden der acht Teilpunkte Wagerechte zu ziehen. Lotet man nun von jedem Teilpunkte des Aufrisses in die gleichbezifferte Wagerechte des Modelles B, und verbindet die sich ergebenden Kreuzungspunkte durch eine Kurve, so ist die Konstruktion vollzogen.

Fig. 3, Taf. IX.

Die Kröpfung eines Karnieses mag hier dem jungen Zeichner zur Übung gegeben sein. Es ist seine Sache, das Modell B zu konstruieren.

Fig. 4, Taf. IX.

Eine zweite, etwas schwierigere sei hier dem Fleiße des Zeichners anvertraut. Die Kröpfung besteht aus dem Plättchen a, einem Karniese, den Plättchen b und c, aus einer Hohlkehle und endlich einer senkrechten Platte.

Es sei hier nur darauf aufmerksam gemacht, daß jede Schweifung für sich in gleiche Teile geteilt wird und diese unter sich nicht die gleiche Zirkelweite zu haben brauchen und daß ferner das wagerechte Plättchen c eben wegen dieser Richtung in der Schablone eine Gehrung von 45° erhalten muß.

Anmerkung. Es braucht wohl kaum noch darauf hingewiesen zu werden, daß, wenn eine solche Kröpfung aus Blech ausgeführt wird, die nach Schablone B ausgeschnittenen Teile, bevor sie zusammengelötet werden können, nach der jedesmaligen Schweifung des Aufrisses abgebogen werden müssen.

Fig. 5, Taf. IX.

Es sei ferne, dieser Aufgabe einen praktischen Wert beimessen zu wollen, sondern der Wert, den diese hat, liegt lediglich auf der technischen Seite. Es soll sich nämlich der Konstrukteur gewöhnen, jeder horizontalen Fläche, sie mag noch so groß oder klein sein, wie in Fig. 4, Taf. IX, bei c eine Gehrung (von 45°) im Modelle zu geben, während alle senkrechten, wie a b, auch im Modell senkrecht bleiben (a′ b′).

Fig. 6, Taf. IX.

Wenn die Spitze dieses Türmchens modelliert werden soll, so kann dies in gleicher Weise wie bisher geschehen.

Hat man den Aufriß gezeichnet, so teile man die Schweifung in gleiche Teile und trage dieselbe Anzahl sofort auf einer bereit gehaltenen Senkrechten ab; durch jeden Teilpunkt ziehe man eine kleine wagerechte Ordinate, sowohl in der Zeichnung des Aufrisses als auch im Modell. Es wird nun jede Ordinate von der Mittellinie b c aus gemessen und dasselbe Maß in das Modell links und rechts von der Senkrechten b′ c′ angetragen. Die Endpunkte werden zuletzt verbunden.

Fig. 7, Taf. IX.

Aufgabe. Das Modell zu einem achtteiligen Kuppeldach soll gesucht werden.

Lösung. Es ist von Wichtigkeit, den Aufriß nach folgender Anleitung zu fertigen.

Man zeichnet zuerst die senkrechte Mittellinie b c′, sodann die linke Seite der Schweifung a b; hierdurch ist schon die ganze Ausladung des Daches festgestellt. Man ziehe nun die Grundlinie a′, c′, a′ genügend lang und lote den Anfangspunkt a darauf. Mit dem Radius a′ c′ beschreibe einen Halbkreis und zeichne um denselben das halbe Achteck als Grundriß (zeichne die Tangenten **Fig. 24, Taf. II**, Anmerkung), desgleichen die Strahlen f c′, d c′, e c′, g c′. Hierauf teile die linke Seite des Profils a b in gleiche Teile und ziehe durch jeden Teilpunkt wagerechte Linien genügend lang. Alsdann ziehe man von jedem der sechs Teilpunkte aus Senkrechte bis auf den Strahl f c′ und führe jede Linie parallel der Seiten des halben Achtecks weiter bis auf die gleichbezifferte Wagerechte auf der rechten Seite der Kuppel. Die so gefundenen Punkte werden durch eine Kurve aus freier Hand verbunden.

Es ist nun noch übrig, die beiden Fugen des mittleren Feldes c′ d e einzuzeichnen. Diese ergeben sich, wenn man jeden der Punkte 1 bis 6 auf den Strahlen d c′ und e c′ hinauf auf die gleichbezifferte Wagerechte lotet und dann alle Punkte verbindet. Damit ist der Aufriß der Zeichnung vollendet.

Um nun das Modell zu dieser achtteiligen Kuppel zu konstruieren, bedarf es nur noch einer kleinen Arbeit. Ziehe die Senkrechte a' b' als Mittellinie für das Modell und trage auf ihr die gleiche Anzahl der gleichen Teile von a b auf; ziehe durch jeden eine Ordinate. Die Länge für diese Ordinaten sind aus dem mittleren Felde d c' e des Grundrisses oder am besten aus dem des Aufrisses selbst zu entnehmen und zwar so, daß man jede einzeln von der Mittellinie c' b aus bis zur Kurve (also nur die Hälfte jeder Ordinate) mißt und sie links und rechts von der Mittellinie a' b' aus auf die gleiche Ordinate des Modells aufträgt. Schließlich werden alle Endpunkte auf beiden Seiten der a' b' durch eine Kurvenlinie aus freier Hand verbunden.

Fig. 8, Taf. IX.

Dieses Sockelgesims ist, wie der Grundriß zeigt, sechskantig. Da der Aufriß keine Fläche darbietet, die mit der senkrechten Bildtafel parallel läuft, so muß hier zur Auffindung der richtigen Längen ein anderer Weg eingeschlagen werden.

Nachdem der Kehlstoß a b in gleiche Teile geteilt worden ist, lotet man von jedem Teilpunkte hinunter in das nächste Feld des Grundrisses d c e. Hieraus schon ergibt sich die Länge für jede einzelne Ordinate. Man hat also nur nötig, die gleichen Teile von a b auf einer Senkrechten abzutragen und wie früher zu verfahren.

Bei a ist sowohl ein wagerechtes Plättchen a f, sowie eine Senkrechte f g zu beachten. Auch hierfür suche die Länge aus dem Grundrisse. Das Plättchen a f kann, obwohl es wagerecht läuft, keine Gehrung von 45° bekommen, weil es kein Viereck, sondern ein Sechseck werden soll.

Anmerkung. Auch die vorige Aufgabe kann auf diesem Wege ausgeführt werden, indem die halben Längen der Ordinaten aus dem Felde a' c' f entnommen werden. Das Resultat wird dasselbe bleiben, vorausgesetzt, daß mit der größten Sorgfalt und Genauigkeit gearbeitet worden ist.

Fig. 9, Taf. IX.

Aufgabe. Der Aufriß dieser Zeichnung gibt das Profil eines vierkantigen Gesimskropfes. Suche zur Übung und Befestigung des bisher Gelernten aus eigenem Überlegen das zugehörige Modell.

Fig. 10, Taf. IX.

Es ist hier ein einfacher Säulensockel gegeben. Die Grundfläche des Sockels A ist ein Quadrat, das Profil geht oben in ein Achtkant über und es sollen alle hierzu nötigen Modelle aufgesucht werden.

Das Modell für den mittleren Teil A dürfte nach dem Bisherigen ohne Anleitung gefunden werden. Alle Distanzen des Profils von c bis g werden in senkrechter Richtung in A′ aufgetragen; die Breiten ergibt der Aufriß.

Die Maße für den Zwickel B′ sind aus dem Grundrisse zu entnehmen. Die Breite hierfür a b, die Länge h k; alle Glieder von a′ b′ aufwärts fallen in das regelmäßige Achteck und sind dieselben wie in A′.

F. Die Kugel.

Fig. 11, Taf. IX.

Kleine Kugeln werden meist auf der Drehbank gedrückt; größere jedoch müssen aus Feldern gearbeitet werden. Ich finde die Gestalt eines solchen Feldes auf folgendem Wege.

Man zeichnet einen Kreis als Aufriß der Kugel, senkrecht darunter einen Halbkreis als Grundriß. Teile nun das linke, halbe Profil der Kugel in soviel gleiche Teile, als die Kugel Felder haben soll, den halben Grundkreis in halbsoviel. Ziehe die Radien o c und lote alle Punkte aus dem Aufriß darauf, ganz wie es in **Fig. 7, Taf. IX**, gezeigt wurde. Auch die Fugen der Felder werden in gleicher Weise von den Teilpunkten der Radien hinauf in den Aufriß gelotet. Man beginne mit dem

ersten Strahl und lote alle Punkte der Reihe nach hinauf, sodann den folgenden u. s. f.

Was nun die Anfertigung der Schablone A anlangt, so beruht dieselbe ganz auf die früher angegebene Regel. Auf der Senkrechten e d werden die gleichen Teile des Halbkreises aus dem Aufrisse abgetragen und die Ordinaten gezogen. Die Längen hierfür entnehme man entweder aus dem mittleren Felde des Aufrisses oder noch besser des Grundrisses, weil die übrigen Felder eine gegen die Bildtafel geneigte Lage einnehmen. Das übrige wie früher.

In der Praxis wird es sich jedoch darum handeln, schnell und sicher die richtige Schablone zu einer Kugel zu finden. Man wähle dann folgenden kürzeren Weg.

Den halben Umfang der Kugel teilt man in soviel Teile als Felder werden sollen und trägt diese gleichzeitig auf einer Geraden ab, man hat somit die Länge der Schablone d e gefunden. Die Breite derselben ist gleich einem jener gleichen Teile, in welche der Umfang der Kugel geteilt worden ist. Halbiere diesen Teil und trage ihn links und rechts in der Mitte von d e auf; es ergeben sich hierdurch die Punkte o d o e. Man suche nun drei dieser Punkte d o e nach **Fig. 5, Taf. II**, durch einen Kreisbogen zu verbinden, sowohl auf der linken wie auf der rechten Seite, so ist die Schablone A gefunden.

Viertes Kapitel.

Zuschnitte runder, konischer Gefäße.

Erster Abschnitt.

Gefäße mit geradlinigem Rande.

(Fig. 1 bis 6, Taf. X.)

a) Das runde Becken.

Fig. 1, Taf. X*).

In der Anmerkung zu **Fig. 17, Taf. IV**, wurde gesagt, daß ich mir unter einer geraden Linie nicht nur die Projektion eines Quadrates, oder Dreiecks, sondern auch die eines Kreises denken kann. An diesen wichtigen Satz soll für folgende Beispiele erinnert werden, denn es stellen wirklich die geraden Linien a a und b d b solche Kreise vor und die Zeichnung gibt demnach einen rundflächigen Gegenstand im Aufrisse.

Dieses runde Becken ist aber zugleich als abgestumpfter Kegel zu betrachten, und es wird daher der zugehörige Geifen wie der Mantel zu jenem solchen gefunden.

Verlängere also die Schräge der Zarge a b bis sich beide Linien (natürlich in der Mittellinie d c) treffen. b c ist nun der Radius für die Außenkante, a c der für die Innenkante des Geifens.

---

*) Die Konstruktion des hierzu gehörigen Streifenhalters ist der Schwierigkeit wegen in den zweiten Teil dieses Werkes verwiesen worden.

Die Weite des Geifens ergibt sich auf Grund vorausgeschickter Erwägung, wenn man die Linie b b (Durchmesser) in 7 gleiche Teile teilt und 22 davon auf der Außenkante des Geifens abträgt. Die Endpunkte des Kreisbogens werden mit dem Mittelpunkt c' verbunden.

Der Durchmesser für den Boden des Beckens ist a a; halbiere diesen, so ist der Radius für ihn gefunden.

Anmerkung. Der Bördel für den Boden, die Naht und der Streifen für die Drahteinlage am Rande b b ist hier nicht mit beachtet worden, und es müssen diese Breiten zugegeben werden, falls danach gearbeitet werden soll.

b) Der Eimer.

Fig. 2, Taf. X.

Wie vorige, so wird auch diese Aufgabe gelöst.

Es diene dem Zeichner zur Übung und Probe, die Geifen zu diesem Geräte selbst zu konstruieren.

c) Der Trichter.

Fig. 3, Taf. X.

Die Modelle zu einem Trichter werden ganz auf dem eben beschriebenen Wege gefunden.

Bemerkt sei nur noch, daß die Theorie in diesem Falle von der Praxis gern abweicht, indem der Durchmesser des Trichters als Halbmesser für den Geifen genommen wird und daß dieser lediglich aus Ersparnisgründen immer nur ein Halbkreis ist, wie die punktierte Linie durch den Mittelpunkt in Schablone A' andeuten will.

Auch für die Öffnung in der Mitte des Geifens A' wird alsdann der Durchmesser des Rohres bei a als Radius genommen.

Bei sogenannten eingesetzten Trichtern aber, bei denen auf die Oberkante noch eine senkrechte Zarge aufgesetzt

wird (wie ebenfalls angedeutet), kommt die hier verschmähte Theorie wieder zur vollen Geltung.

d) Eine Flasche.

Fig. 4, Taf. X.

Dieses Beispiel gibt einen Beleg für die letzte Behauptung und sei die Konstruktion aller zugehöriger Teile dem Zeichner hiermit empfohlen.

e) Der Knopf zu einem Klingelzug mit Manschette.

Fig. 5, Taf. X.

Auch dieses Beispiel ist zum Selbstauffinden aller zugehöriger Geifen gegeben. Ziehe zuerst eine Mittellinie und suche alsdann durch Verlängerung der schrägen Seitenkanten die Radien für die zugehörigen Geifen auf. Die Weite für diese ergibt sich aus der bekannten Teilung in 7 und 22.

Anmerkung. Wird dieser Knopf aus Neusilber gearbeitet und poliert, so besitzt er den Reiz der Einfachheit und Eleganz.

f) Achtteiliger Blumentischeinsatz.

Fig. 6, Taf. X.

Ist der Grundriß und hiernach der Aufriß gezeichnet, so kann es an das Aufsuchen des Geifens gehen.

Hierzu ist die Herbeischaffung einer Lehre (A) nötig. (Siehe Fig. 4, Taf. VI.) Auf einer Senkrechten trage die Zargenhöhe d e ab; ziehe durch e eine Wagerechte = dem großen Durchmesser a c (im Grundrisse) durch e eine ebensolche = dem kleinen a b. Durch f und g endlich lege eine Gerade bis zur Kreuzung h, so sind die Radien für den Geifen gefunden.

Teile nun irgend einen äußeren Bogen des Grundrisses in gleiche Teile, trage diese auf dem äußeren Kreisbogen des Geifens ab und verbinde die Endpunkte mit h'.

Zweiter Abschnitt.

Gefäße mit geschweiftem Rande.

a) Eine Wasserkanne.

Fig. 7, Taf. X.

Um die Ermittelung der Geifen für die regelmäßigen Teile soll es sich hier nicht handeln, sondern allein um die Konstruktion des Geifens D' für den Hals D.

Man beachte anfangs die Schiefe a e gar nicht, sondern ergänze den Hals zu dem regelmäßigen Trichter a b c. Durch c lege man eine Mittellinie und ziehe über den Durchmesser a b einen Halbkreis. Teile die Peripherie dieses Halbkreises in gleiche (hier 6) Teile und ziehe von jedem Teilpunkte aus Ordinaten senkrecht auf a b, führe dieselben von da weiter nach c.

Nach dieser Vorbereitung wenden wir uns zur Bildung des Geifens D' selbst. Radius hierzu ist a c für den äußeren, a d für den inneren Kreisbogen. Auf dem äußeren trage man die doppelte Anzahl (12) der gleichen Teile auf und ziehe alle Strahlen, die nötig sind (13).

Es ist nun leicht, jedem Strahle nach Ausweis des Aufrisses die richtige Länge zu geben; man beginne mit dem längsten a c in der Mitte des Geifens und setze diese Arbeit fort bis man an den beiden Enden bei e' angekommen ist, so erhält man durch Verbindung aller Enden die sichelförmige Gestalt des Geifens D'.

b) Eine Sitzbadewanne.

Fig. 8, Taf. X.

Die Auffindung dieses Geifens ist nur eine Modifikation des vorigen, und nur insofern von jenem unterschieden, als die Linie a e eine geschweifte ist.

Über dem Durchmesser a b schlage einen Halbkreis, teile ihn in gleiche Teile, ziehe die Ordinaten, führe diese bis zur Spitze und verlängere sie am andern Ende über a b hinaus nach 1, 2, 3, 4, 5 bis zur Schweifung a e. Nun können diese Ordinaten von a b aus gemessen und in den Geifen eingetragen werden.

Fünftes Kapitel.

Ofenrohrverbindungen.

(Fig. 1 bis 6, Taf. XI.)

Um der eigentümlichen Schweifung der Schablone für ein Rohrknie auf die Spur zu kommen, denke man sich ringsum das Rohr in gleichen Abständen und parallel zur Rohrachse gerade Linien gezogen. Diese können wegen der Gehrung am Knie unmöglich gleich lang sein. Ist es uns möglich, diese Linien zu messen und sie auf einer nicht gekrümmten Ebene in gleicher Anordnung aufzureihen, so muß es uns auch gelingen, die Kurve des Schnittes zu finden. Daß dies möglich ist, sollen folgende Beispiele zeigen.

a) Das rechtwinkelige Knie.

Fig. 1, Taf. XI.

Denke ich mir vor die Öffnung des Rohres a b einen runden Pappdeckel von gleichem Durchmesser gelegt und die oben erwähnten Linien in gleichen Abständen gezogen, so wird dieser Pappdeckel, wenn ich ihn durch eine Viertelwendung nach rechts umklappe, mir das Profil — oder doch das halbe — des Rohres und zugleich die An-

ordnung der Linien ersichtlich machen, die, obschon der Halbkreis eine gleiche Einteilung zeigt, dennoch nach oben und unten verengt erscheinen.

Es hindert mich nichts, diese Entfernungen der Ordinaten auf dem Halbkreise zu messen, dieses Maß auf einer geraden Linie aufzutragen und dieselben Ordinaten zu ziehen. Da die Zeichnung nur die vordere Hälfte zeigt, so thue ich am besten, sie gleich in doppelter Anzahl zu zeichnen und ich habe somit die ganze Rohrwand auf einer Ebene ausgebreitet. Die unteren Enden der Ordinaten müssen nun die Schweifung des Rohrschnittes angeben.

Ist also der Schnitt zu einem Rohrknie zu suchen, so schlage über der Rohrweite a b einen Halbkreis, teile die Peripherie desselben in gleiche Teile (8) und ziehe die Ordinaten bis zur Fuge des Knies. Trage alsdann die doppelte Anzahl derselben Teile auf einer Wagerechten ab und ziehe durch jeden Teilpunkt eine Senkrechte, so kann das Messen und Abtragen der Ordinaten beginnen. Man beginnt am besten mit a o und trägt dies Maß in der Mitte der zu suchenden Schablone A′ auf, mißt dann die Linie 1 (aber stets nur bis zur Senkrechten a b, und ja nicht bis zur Kreislinie!) und trägt diese zweimal ab, links und rechts von a o, sodann die Linie 2 u. s. f. bis man bei b 8 angelangt ist. Zuletzt werden die freien Enden sämtlicher Ordinaten durch eine geschwungene Linie aus freier Hand verbunden.

Anmerkung. Bei dieser Schablone ist angenommen worden, daß die Rohrnaht wie gewöhnlich dahin gelegt worden ist, wo sie am kürzesten ist, bei b 8. Sollte sie aus irgend einem Grunde an die Längskante bei a o zu liegen kommen, so muß diese Länge an das Ende, zu beiden Seiten der Schablone gebracht werden und die Schweifung muß hier mit der höchsten Stelle beginnen und nach innen gehen.

Endlich kann die Naht auch an die Seite nach c 4 gelegt werden und man hat alsdann mit dieser Länge zu beginnen. Einige Aufmerksamkeit erfordert in diesem

Falle das Numerieren der Ordinaten. Das Ergebnis ist dann die wellenförmige Schweifung der Schablone A".

Daß das senkrechte Rohrstück B denselben Schnitt erhält als das wagerechte A, ist selbstverständlich.

Anmerkung. Die Naht besteht hier wie bei den meisten Eisenblecharbeiten aus dem sogenannten Falze, der ein einfacher oder doppelter sein kann. Wird ein einfacher Falz zur Naht gewählt, so muß an jeder Seite der Schablone ein Streifen von 5 bis 8 mm zugegeben werden. Wo aber ein doppelter Falz nötig wird, muß auch an jedem Ende ein solcher Streifen zweimal zugegeben werden. Es ist jedoch in der Zeichnung hierauf keine Rücksicht genommen worden.

b) Das schiefwinkelige Knie.

Fig. 2, Taf. XI.

Ein Rohrknie mit schiefem Winkel wird auf demselben Wege wie oben gefunden und es kann Teil I sofort nach obigen Regeln konstruiert werden.

Für den Teil II jedoch ist obiges Verfahren noch nicht ausreichend. Die Ordinaten müssen über die Fuge g e hinaus parallel zu den Rohrseiten weiter geführt werden. Ferner muß eine Linie geschaffen werden, von welcher aus die Ordinaten gemessen werden können, das ist h i, winkelrecht zur Rohrachse gezogen. Nun erst kann das Arbeiten beginnen. Ziehe h' i' und trage die gleichen Teile aus I auf; ziehe die senkrechten Linien. Alsdann ist h e zu messen und in die Mitte der Schablone einzutragen; jede folgende Ordinate wird zweimal (einmal links, einmal rechts) eingetragen u. s. f. Ist so der obere Teil der Schablone II gefunden, so wird der untere in gleicher Weise gesucht. h d macht wieder den Anfang.

c) Das rechtwinkelig eingesetzte Rohr.

Fig. 3, Taf. XI.

Bei einem eingesetzten Rohre genügt es nicht, den Anschnitt des Rohres nur zu suchen, sondern es muß auch der Ausschnitt der Rohrwand ermittelt werden.

Nachdem der Aufriß gezeichnet ist, ziehe man an beide Rohrenden die gleichen Halbkreise und teile sie ein (am besten in gerader Zahl). Es ist von Nutzen, die gerade Linie, auf welcher die Kreiseinteilung aufzutragen ist, immer in Bereitschaft zu halten, damit man dieselben sofort eintragen kann, ehe man den Zirkel aus der Hand legt, denn nur dann kann man sicher sein, daß derselbe sich nicht verstellt hat. Es werden nun die senkrechten und wagerechten Ordinaten gezogen; diese kreuzen sich und geben in ihren Kreuzungspunkten die Doppelfuge g V f an. Das Messen geschieht wie üblich. Man fängt am besten bei d g oder e f an und trägt dies bei o und an beiden Enden der Schablone W′ ein. Nr. 4 ist zweimal, Nr. 1, 2, 3 aber viermal einzutragen, wie aus der Numerierung hervorgeht.

Um den Ausschnitt für das Rohr V zu finden, trage man auf der Senkrechten a′ b′ alle Teile doppelt auf und man erhält so die ganze Weite der Rohrwand. Sind die Wagerechten gezogen, so ist es ein Leichtes, die Längen im Aufrisse zu messen und in V′ einzutragen. Es sei nur noch darauf hingewiesen, daß Nr. 1, 2, 3 doppelte Längen angeben, welche jede für sich eingetragen werden muß.

Anmerkung. In V′ ist die Naht oben angenommen, was des Kostens wegen am zweckmäßigsten ist. Soll sie jedoch nach unten kommen, so muß der Ausschnitt an das Ende gebracht werden.

In W″ ist die Naht in die Spitze der Fuge gelegt.

d) Das schiefwinkelig eingesetzte Rohr.

Fig. 4, Taf. XI.

Wird ein Rohr unter einem schiefen Winkel eingesetzt, so werden die Schnitte wie in **Fig. 1, Taf. XI**, gefunden. Zuschnitt wie Ausschnitt haben hierdurch einen wesentlich andern Schwung erhalten. Am auffallendsten tritt dies zu Tage, wenn die Naht nicht wie in Schablone S′ nach a, sondern nach b verlegt wird, wodurch die Schablone S″ eine scheinbar unrichtige Kurve erhalten hat.

Fig. 5, Taf. XI.

Das Ventilationsrohr A sitzt stumpf auf einem Zinkdache und es sollen die Schnitte gesucht werden.

Kaum bedarf wohl die Zeichnung einer Erklärung. Das Verfahren ist das bekannte, nur ein wenig modifiziert, um das Abstechen der Ordinaten durch Überwinkeln ausführen zu können. Das Wetterdach dieses Ventilationsrohres ist aus vier kreisförmig gebogenen Teilen zusammengesetzt. Der Teil B ist in fünf Teile geteilt u. s. w.

e) Das halbkreisförmige Ofenrohr.

Fig. 6, Taf. XI.

Die Schablone zu einem halbkreisförmigen Ofenrohr wird zu zeichnen verlangt.

Lösung. Man beginne das Zeichnen des Aufrisses entweder mit dem innern oder äußern Halbkreise des Knies und trage die Rohrweite je nachdem nach außen oder innen an. Man bestimme nun, wieviel Teile das Rohrknie erhalten soll und treffe hiernach die Einteilung des Halbkreises.

Es genügt, nur einen Teil desselben zur Schablonisierung weiter auszuführen. Man zieht über der Rohrweite a b den Halbkreis und arbeitet, wie gelernt, weiter. Die Ordinaten müssen über a b weitergeführt und parallel

zur Rohrachse oder Rohrwand b e gezogen werden. Wird nun die Seite b e halbiert und die Linie g f nach dem Zentrum gezogen, so sind alle Ordinaten halbiert worden und können oberhalb und unterhalb von f′ g′ aufgetragen werden.

Warnung. Man hüte sich, die Ordinaten von der Kreislinie a b aus direkt nach d e zu ziehen, wie oft geschieht!

Sechstes Kapitel.

Regenrohrverbindungen.

(Fig 1 bis 10, Taf. XII.)

Erster Abschnitt.

Über Eindeckungen der Dachrinnen.

Fig. 1, Taf. XII.

Die hier gezeigte Art, wie Dachrinnen unter ein Ziegeldach aufgehängt werden, ist die einfachste und gewöhnliche. Es ist bei allen verschiedenen Eindeckungen der Dachrinnen zu raten, den Mittelpunkt c der Dachrinne nicht senkrecht unter die Ziegelkante b zu legen, sondern so, daß die Traufe b etwa auf die Mitte des Radius der Rinne trifft. Auf diese Weise wird das Überfließen des Wassers bei starkströmendem Regen vermieden.

Aufmerksamkeit erfordert ferner das Abbiegen der Eisen oder Haken a, indem durch sie das Gefälle der Dachrinne hergestellt wird. Schmiege des Hakens sowie Halbkreis bleiben für jeden Haken dieselben, nur das gerade Stück a d ist für das zu erzielende Gefälle maß-

gebend. Es muß nämlich bei jedem folgenden Haken dieses Stück a d 4 bis 5 mm länger gemacht werden. Im allgemeinen rechnet man auf einen laufenden Meter Dachrinne 4 bis 5 mm Gefälle; sind die Dachsparren 1 m voneinander entfernt, so wird jeder folgende Haken um obiges Maß länger.

An jedem Haken wird an den beiden Enden des Halbkreises ein biegsames Eisenblech angenietet, mit welchem die Dachrinne nach dem erfolgten Einlegen festgeklammert wird. Die Haken oder Eisen selbst werden aus ziemlich starkem Bandeisen hergestellt.

Fig. 2, Taf. XII.

Statt des Ziegeldaches ist hier ein Pappdach angenommen.

Die Pappdächer haben bekanntlich ein viel geringeres Gefälle als die Ziegeldächer; es ist jedoch dieser Umstand von keinerlei Einfluß auf die oben erwähnten Regeln. Das Eindecken geschieht deshalb in derselben Weise.

Fig. 3, Taf. XII.

In dieser Zeichnung ist ein in der Neuzeit immer mehr Anklang findendes Holzzementdach gewählt worden.

Die Holzzementdächer verlangen wegen ihrer Leichtigkeit ein noch viel geringeres Gefälle, was aber auf die Anlage der Dachrinne ohne Einwirkung ist. Es sind die folgenden fünf Beispiele auch hier nur deshalb eingereiht worden, um dem angehenden Klempner jetzt schon eine Bekanntschaft mit der Herstellung solcher Dächer zu übermitteln. Da es sich jedoch an diesem Orte nicht um eine detaillierte Beschreibung derselben handeln kann, sei hier nur auf die Hauptteile desselben hingewiesen, das sind 1) das Zementpapier, 2) der Blechrand.

Betrachten wir zuerst den wichtigeren, den letzten, der vom Klempner erst angefertigt werden muß.

Fig. 7, Taf. XII, gibt einen solchen annähernd in natürlicher Größe. Er besteht aus drei Teilen.

1) Aus dem eigentümlich (T förmig) gebogenen Fußbleche e e e, welches dazu dient, den Blechrand auf das Blinddach festzunageln — dies geschieht an beiden Enden wie die Zeichnung angibt.

2) Aus dem eigentlichen Rande b d, welcher unten bei b rechtwinkelig abgebogen und mit diesem Falze auf den Fuß e aufgelötet, oben aber bei d abgerundet ist.

3) Aus den Stützen A, welche in einer Entfernung von 30 bis 50 cm aufgelötet werden, um das Umbiegen des Randbleches b d zu verhüten.

Diese Stützen haben entweder vorn eine scharfe Kante wie in Zeichnung A″, **Fig. 7, Taf. XII**, oder einen breiten Rücken wie bei B″. In ersterem Falle erhalten sie den Schnitt A′ in **Fig. 5, Taf. XII**, in letzterem den Schnitt B, **Fig. 6, Taf. XII**, der durch die Zeichnung wohl hinlänglich erklärt ist.

Die Wand b d hat den Zweck, den Kies, mit welchem ein derartiges Dach beschwert wird, von dem Hinabrollen abzuhalten. Damit aber das Regenwasser dahinter nicht stehen bleibe, ist sie in angemessenen Zwischenräumen zwischen den Stützen durchbohrt. **Fig. 7, Taf. XII**, gibt die Ansicht eines solchen Randes mit den Stützen A″ B″ und den Entwässerungslöchern.

Für die Anlage des Randes gibt es folgende Regeln zu beobachten. Auf das Holz- oder Blinddach g werden zuerst zwei Lagen des Papieres gebracht und jeder Lage ein Anstrich mit dem eigentümlich zubereiteten Zementstoff gegeben. Auf diese zwei Lagen wird der eben beschriebene Blechrand mit dem Fuße e e e aufgenagelt und schließlich mit einer dritten und vierten Lage des Papiers so versehen, daß die Nägelköpfe bei g damit verdeckt werden. Jede neue Lage erhält einen neuen Anstrich.

Fig. 4, Taf. XII.

Doch auch diese neue Erfindung im Baufache hat schon eine Verbesserung erfahren, wie hier ersichtlich gemacht ist.

Nach der oben beschriebenen Methode kann es nämlich nicht ganz vermieden werden, daß Regenwasser beim Abtropfen vom Rande e sich langsam an dem Fuße e e nach oben zieht und schließlich an das Holz des Daches gelangt und dieses befeuchtet. Diesem Übelstande mit Erfolg zu begegnen, wähle man folgenden Weg.

Auf das Holzdach wird zuerst ein stumpfwinkelig abgebogenes Eisenblech aufgenagelt, dessen freibleibendes Ende etwas länger ist als die Holzstärke des Daches. Auch das Fußblech e wird in demselben Winkel und unten hakenförmig um das Eisenblech abgebogen. Hierdurch wird das Regenwasser gezwungen, abzutropfen und kann sich also nicht zurückziehen oder das Holz befeuchten. Das übrige wie in **Fig. 4, Taf. XII.**

Fig. 8, Taf. XII.

Wenden wir uns nun nach dieser kleinen Abschweifung wieder dem Eindecken der Dachrinnen zu.

Dachrinnen werden häufig auch oberhalb des Dachgesimses angebracht, um sie dem Auge möglichst zu entziehen. Soll dieses geschehen, so muß, ehe die Rinnenhaken angeschlagen werden können, ein Blechwinkel angelegt werden, der von der Ziegelkante aus an der senkrechten Wand herabläuft, über das Dachgesims sich legt und endlich über dieses hinweg in einem Wulste endet. Der Raum a b ist derjenige, der dem Gefälle zu Gebote steht und der meist sorgsam ausgenutzt werden muß. Man messe ihn daher nach Millimetern aus und teile mit der Anzahl der laufenden Meter (Länge der Rinne oder des Gebäudes) hinein, so findet man das Gefälle für einen laufenden Meter in Millimetern ausgedrückt.

Beträgt z. B. a b 30 mm, die Länge der Rinne oder des Gebäudes 12 m, so kommt auf 1 m Rinne $\frac{30}{12} = 2{,}5$ mm Gefälle.

Fig. 9, Taf. XII.

Die moderne Bauart sucht die Dachrinne ganz und gar dem Auge zu verbergen und bettet sie zu diesem Zwecke in das Dachgesims selbst ein.

Bei dieser Art der Eindeckung tritt an den Zuschneider der Rinne die Notwendigkeit heran, das Gefälle beim Zuschneiden mit in Rechnung zu ziehen, denn es muß jede folgende Tafel um das Maß des Gefälles breiter werden. Gesetzt, der für das Gefälle disponible Raum a b wäre 36 mm; das Gebäude selbst 12 m lang, so kommt auf einen Meter laufend ein Gefälle von 3 mm, um diese 3 mm muß jede folgende Tafel breiter werden.

Man hat es nach dieser Figur aber nicht nur mit der Dachrinne, sondern außerdem noch mit der Verblechung des Gesimses, inkl. des Wulstes zu thun, worauf die Zeichnung aufmerksam machen will.

Fig. 10, Taf. XII.

Bei größeren Gebäuden reicht aber der innere Raum eines Dachgesimses nicht aus und man ist genötigt, den beschränkten Raum zu erweitern. Dies geschieht durch das Aufsetzen einer senkrecht stehenden Zarge auf den Wasserschlag des Gesimses. Gewöhnlich wird diese mit dem Wetterschlage und dem Wulste aus dem Ganzen gemacht. Auf diese Weise ist der Raum a b erheblich erweitert und kann je nach Bedürfnis eingerichtet werden; die Berechnung ist dieselbe wie in vorigem Beispiele.

Die Vorderseite dieser Zarge kann bei reich ausgeführten Gebäuden durch architektonischen Schmuck verziert werden.

Fig. 11, Taf. XII.

Es ist indessen gar nicht notwendig, die Dachrinne halbkreisförmig auszubiegen; die Ausbiegung kann ebensowohl eine rechtwinkelige sein, wie hier im Bilde gegeben worden ist. In den meisten Fällen dürfte dann das Auf-

setzen einer Zarge überflüssig werden, denn es kann das Gefälle flächer angenommen, überhaupt der Hohlraum des Dachgesimses besser ausgenutzt werden.

Zweiter Abschnitt.

Anlage der Regenrohre.

(Fig. 1 bis 11, Taf. XIII.)

Fig. 1, Taf. XIII.

Die Anlage eines Wasserkessels mit dem Schwanenhalse geschieht am besten auf folgende Weise.

Man mißt erstens die Entfernung der Ziegelkante (Traufe) von der Wand des Gebäudes, bestimmt nun die Größe für den Wasserkessel und setzt diesem so unter die Ziegelkante, wie es in **Fig. 1, Taf. XII**, angegeben ist. Unter den Körper des Kessels A zeichne man den Trichter B, sowie den Rohransatz a b mit der Höhe a k. Nun messe man den Abstand des Punktes a von der Wand, halbiere diesen in c und ziehe die Senkrechte c d von noch unbestimmbarer Länge. Mit dem Radius a c beschreibe man einen Viertelkreis bis zur Senkrechten, desgleichen mit dem Radius b c. Diesen letzteren Viertelkreis setze man von der Senkrechten aus bei l so an, daß beide Kreisbogen eine forlaufende Karnieslinie bilden; somit ist der zweite Mittelpunkt d gefunden. Von d aus beschreibe man endlich noch den großen Viertelkreis mit dem Radius a c, so ist die Grundform für den Schwanenhals gefunden. Es ist nun die Gliederung desselben vorzunehmen. Man teilt zu dem Ende jeden großen Kreisbogen in drei gleiche Teile und zieht aus jedem Teilpunkte Strahlen nach dem zugehörigen Mittelpunkte, so sind die sechs Glieder des Halses gefunden. Jedem Gliede gibt man nun eine geradlinige Rohrwand.

Jeder praktische Klempner wird die Teile 3 und 4 aus dem Ganzen machen und somit eine Naht ersparen,

was um so leichter zu bewerkstelligen ist, als das einmal konstruierte Modell für alle Fugen derselben Glieder paßt und je nach Bedürfnis nach der einen oder andern Seite aufgelegt werden kann.

Anmerkung. Daß der Schwanenhals in sechs und nicht in mehr Glieder geteilt worden ist, hat darin seinen Grund, weil bei mehr als sechs Gliedern die mittleren wie hier 3 und 4 eine zu geringe Neigung erhalten, das Regenwasser besonders im Winter nur träge abfließt und zum Einfrieren viel leichter geneigt ist, als in vorliegender Einteilung.

Fig. 2, Taf. XIII.

In dieser Zeichnung soll veranschaulicht werden, wie man es anfangen muß, um ein Gurtgesimse richtig zu umkröpfen.

Man nimmt die Schmiege, legt den einen Schenkel an die Wand und drückt den andern auf den Wasserschlag des Gesimses nieder. Den so erhaltenen Winkel reißt man sofort auf ein Stück Blech oder Pappe ab. Ebenso verfährt man unterhalb des Gesimses. Man hat dabei noch darauf zu achten, daß der Schenkel der Schmiege so an das Gesims angelegt werden muß, daß er die Mehrzahl der vorstehenden Glieder desselben berührt, wie die **Fig. 3, Taf. XIII,** belehren will.

Man vergesse bei dieser Arbeit nicht, sich zugleich an den Schenkeln der Schmiege eine Marke für die Länge des zu fertigenden Rohrknies zu machen, oder aber dies mit Hilfe zweier hinreichend langen Lineale zu thun. Man legt zu dem Ende das eine über den Wasserschlag, das andere über die Kehlung des Gesimses immer mit dem einen Ende bis dicht an die Wand gerückt. Da wo sich beide Lineale schneiden, macht man auf jedem eine Marke und hat so die Längen für beide Rohrteile gefunden. (Siehe die punktierten Linien **Fig 3**).

Anmerkung. Im allgemeinen gilt als Regel, solche Kröpfungen soviel als möglich zu vermeiden, einmal des Aussehens, sodann aber auch des dadurch beförderten

Einfrierens wegen; man führt deshalb das Abfallrohr lieber durch das Gurtgesims hindurch. In allen Fällen wird sich dies jedoch nicht thun lassen, so daß eine Besprechung einer solchen Umkröpfung sich nützlich erweisen dürfte.

Fig. 4, Taf. XIII.

Es soll hier das Regenrohr über einen kleinen Sockel hinweggeführt werden.

Man drücke die Schmiege in den stumpfen Winkel b und reißt ihn auf Blech oder Pappe ab; zugleich reiße man sich am Schenkel derselben die Länge der Fase b an oder messe diese mit dem Metermaße. Es kann nun das Knie auf der Zulage oder auf dem Reißbrett konstruiert werden.

Dritter Abschnitt.

Schnitte zu Regenrohrverbindungen.

Sofern Regenrohrkniee unter gewöhnlichen Verhältnissen aneinander stoßen, gelten für die Ermittelungen ihrer Schnitte die im fünften Kapitel gegebenen Regeln und sollen hier nur ganz kurz berührt werden. Die dort gegebenen Beispiele reichen aber für das Regenrohr nicht aus und sollen in diesem Abschnitte ihre Vervollständigung erfahren.

In **Fig. 1, Taf. XIII**, sind drei Konstruktionen von Wichtigkeit, es sind die Teile A, B, C.

Die Zarge des Wasserkessels A ist am leichtesten gerissen, wenn sie aus dem Ganzen bleiben kann, was jedoch nicht immer der Fall ist; in einem Zargenviertel wird alsdann der halbkreisförmige Ausschnitt zur Aufnahme der Dachrinne ausgehauen.

Der Trichter B richtet sich natürlich hinsichtlich seiner Gestalt nach der des Kessels und wird in vorliegendem Falle aus vier Teilen geschnitten. Die Basis für jedes

Dreieck ist = i h, die Höhe i g oder h g. Daraus ergibt sich das Dreieck i' h' g'. Der Kreisausschnitt wird im allgemeinen richtig werden, wenn man g k zum Halbmesser nimmt. Von einer genaueren Konstruktion dieser Kurve soll hier abgesehen werden, da die Praxis von demselben wohl kaum Gebrauch machen würde. Siehe B'.

Der Teil C gibt folgendes zu bedenken. Die ganze Rohrweite ist nach Ausweis des Halbkreises über a b in 16 gleiche Teile gebracht worden, diese trage man auf einer Wagerechten auf und ziehe die Senkrechten. Da diese 16 Teile sich an vier gerade Flächen anschließen, kommen auf eine Fläche vier Ordinaten. Die längste davon ist a k, welche fünfmal aufgetragen werden muß. Die Längen für die folgenden Ordinaten ergeben sich, wenn man die Schräge i k nach g verlängert. Das abgeschnittene Stück der Ordinate ist die Länge, welche in C' neben a' k' links und rechts also achtmal abgetragen werden muß. Daraus ergibt sich die wellenförmige Bogenlinie der Schablone C'.

Was endlich die Konstruktion der Schablone für das Rohrglied a e anlangt, so ist sie dieselbe, wie in **Fig. 6, Taf. XI**, gezeigt worden ist und mag so gelöst werden.

Auch die Schablonen D' E', F' G' **Fig. 2, Taf. XIII**, bieten nichts Neues und können ohne Anleitung gefertigt werden. Siehe **Fig. 1, 2, 4, Taf. XI.**

Zur Ermittelung der Schablone H, **Fig. 4, Taf. XIII**, ist zu bemerken, daß die obere Rohrkante verlängert und a b zu den Seiten winkelrecht gezogen werden muß. Nun erst kann der Halbkreis gezogen und die Konstruktion weiter geführt werden.

Fig. 5, Taf. XIII.

Fertige die Schablonen J' und K' ohne Anleitung an!

Fig. 6, Taf. XIII.

Zwei Abfallrohre, die sich in schräger Richtung begegnen, werden an ihrem unteren Ende in eins übergeführt. Alle drei Röhren haben gleiche Dimension.

Über der Rohrweite a b wird der Halbkreis gezeichnet und die Ordinaten gezogen und zwar parallel zur Rohrachse. Zeichne die Fuge c b′ winkelrecht zur Seite b b′. Alle Ordinaten, welche auf das Rohr N treffen, werden senkrecht weiter geführt. Es kann nun das Eintragen der Ordinaten in die Schablonen M′, N′ erfolgen. Das Messen derselben beginne man bei a, so wird sich alles übrige leicht ergeben.

Fig. 7, Taf. XIII.

In vielen Fällen wird vom Klempner verlangt werden, dem Aufnahmerohr A ein doppeltes Volumen zu geben, damit einem Stauen der Flüssigkeit vorgebeugt werde.

Die hierzu notwendige Konstruktion bietet aber so große Schwierigkeiten, daß dieselbe erst später behandelt werden soll.

Fig. 8, Taf. XIII.

Zwei Regenrohre sollen in einen Sandfang münden, wodurch notwendig wird, einen ovalen Trichter aufzusetzen.

Man zeichne zuerst den Aufriß und setze die beiden Rohre soweit voneinander, daß ein Spielraum von etwa 2 cm zwischen ihnen bleibt. Die Höhe des ovalen Trichters ist hier beliebig angenommen. Sind die schrägen Seiten desselben gezeichnet, so ziehe man parallel zu ihnen durch den Mittelpunkt m jedes Rohres gerade Linien, so erhält man die Fläche O des Trichters, welche vollkommen eben bleibt. Man verlängere nun eine Seite des Trichters und die zu ihr parallel gezogene Linie m, so erhält man Raum, um den nötigen Halbkreis, der die Rundung des Trichters an dieser Stelle andeutet, einzeichnen zu können. Von m aus wird die Richtungslinie m n normal gezogen, von welcher aus die Ordinaten gemessen werden.

Um die Schablone herzustellen, zeichne zuerst das Dreieck O′ nach den Maßen des Aufrisses O. In m′ m′ errichte die Richtungslinien m′ n′ normal zu den Dreiecks-

seiten; auf diese Linien m′ n′ bringe die vier gleichen Teile des Halbkreises und ziehe diese Ordinaten parallel zu den Seiten des Dreiecks. Es braucht wohl kaum noch gesagt zu werden, daß von m n des Aufrisses aus die Ordinaten nach oben und unten gemessen und in die Schablone O′ ebenso eingetragen werden, so ist die gesuchte Gestalt für den halben Trichter O, P, P gefunden.

Fig. 9, Taf. XIII.

Es ist hier ein geschweifter Wasserkessel mit Schwanenhals gegeben, zu welchem die Modelle gesucht werden sollen.

Teile die Schweifung des Kessels in gleiche Teile und ziehe wagerechte Linien; trage diese Teile auf einer Senkrechten ab und ziehe gleichfalls wagerechte Linien. Nun folgt das Messen und Auftragen der Ordinaten. Der Hals besteht aus zwei Seitenteilen, welche die gleiche Schweifung wie die Zeichnung erhalten und aus zwei Teilen, welche geradlinig aber nach unten zu verjüngt zu laufen.

Die Länge für letztere ergibt sich, wenn man die Schweifung S und T abteilt und auf einer geraden Linie in S′ und T′ aufträgt; die obere Weite ist am Ende des Wasserkessels, die untere am Ende des Halses zu messen.

Anmerkung. Um diesem Gebilde das Massige und Plumpe zu nehmen, ist es ratsam, die geraden Flächen durch Kannelierung zu verzieren.

Fig. 10, Taf. XIII.

Nicht selten muß eine Dachrinne um eine Ecke des Daches gekröpft werden und es soll hierzu die Schablone gesucht werden.

Auch hier muß der vielgenannte Halbkreis gezogen werden, der hier zugleich das Profil der Rinne vertritt.

Sind die Ordinaten bis zur Gehrung gezogen und auch in der Schablone R′ fertig gezeichnet, so können die Längen ohne Zirkel mittels der Reißschiene in diese übergewinkelt werden.

Fig. 11, Taf. XIII.

In diesem Beispiele ist das Profil der Dachrinne über den Halbkreis hinaus noch vervollständigt, damit sie eine größere Wassermenge fassen kann, wie dies bei Gebäuden mit sehr hohen Dächern z. B. Kirchen, notwendig wird.

Dieser Umstand kann jedoch unsere bisherige Methode nicht ändern, ebensowenig wie es die bei U angegebene Achtelgehrung vermag. Der Unterschied besteht nur darin, daß die Schablone breiter und die Schweifung wegen des Wulstes etwas geschwungener wird. Weil im Wulste mehrere Punkte aufeinander fallen, ist Aufmerksamkeit nötig!

Siebentes Kapitel.

Die Behandlung der Schnauzen und Ausgußröhren.

(Fig. 1 bis 3, Taf. XIV und Fig. 1 bis 4, Taf. XV.)

Erster Abschnitt.

Der Anschluß an einen Cylinder.

Schnauzen an Kaffeekannen pflegen sonst wohl kaum auf konstruktivem Wege schablonisiert zu werden. Da dies aber keine zeitraubende, wohl aber einleitende Arbeit für das Folgende ist, soll die Behandlung einer solchen hier stattfinden.

Fig. 1, Taf. XIV.

Man behandle die Schweifung der Schnauze a 5 als gerade Linie, was um so unbedenklicher geschehen kann, als ja dieselbe ursprünglich gerade gewesen und erst durch die Arbeit des Hammers hervorgerufen ist.

Auf der Linie a' 5 nehme man in gleichen Abständen mehrere Punkte an und ziehe aus jedem senkrechte Linien bis zur Grundlinie und wagerechte bis über die linke Kante des Rumpfes hinaus. Im Grundrisse genügt es, einen Halbkreis zu ziehen als Projektion des Rumpfes B.

Nun gebe man der schrägen Linie 1'' im Grundrisse eine solche Lage, daß sie der Seitenwand der Schnauze A oder ihrer halben Weite entspricht; alle folgenden: 2'', 3'', 4'' ziehe man mit der ersten parallel bis zur Kreislinie. Es werden hierdurch auf dem Kreisbogen vier Punkte markiert, die, wenn sie hinauf in die gleichbezifferte Wagerechte des Aufrisses gelotet werden, Kreuzpunkte ergeben. Werden diese durch eine Kurve verbunden, so muß diese Kurve die Fuge angeben, welche die Schnauze mit dem Rumpfe bildet.

Der Schnitt zur Schablone A' ist nun bald gefunden. Die Einteilung der Linie a' 5 wird auf einer Senkrechten abgetragen und alle wagerechten Linien gezogen. Die Längen für diese sind die Linien 1'', 2'', 3'', 4'' des Grundrisses, welche in A' links und rechts von der Mittellinie abgetragen werden.

Für die Öffnung im Rumpfe gelten zwar auch die senkrechten Abstände 1 bis 5 als Längenmaß; als Breitenmaß aber sind nur die kleinen Kreisbogen 1''', 2''', 3''', 4''' im Grundrisse zu verwenden.

Anmerkung. Daß eine solche Öffnung nicht auf den Riß, sondern hinter demselben ausgestemmt werden muß, bedarf wohl nur der Andeutung.

Fig. 2, Taf. XIV.

Den Fuß zu einem Kohleneimer anzufertigen, dürfte in einer Klempnerwerkstatt des öftern als Reparatur vor-

kommen. Es soll daher in diesem Beispiele das Auffinden seines Schnittes gezeigt werden.

Ist der Rumpf als Kreis im Grundrisse gezeichnet, so zeichne man hiernach den Aufriß und gebe ihm die obere Schweifung. Durch m′ ziehe eine wagerechte Mittellinie und zeichne den Kegel a′ b′ c′ als Grundriß für den Fuß B. Im Aufrisse gebe man ihm die gewünschte Schräge. Ziehe über a b und a′ b′ kongruente Halbkreise, teile sie ein und ziehe, wie bekannt, die Ordinaten. Die Durchgangspunkte r, s, t, u der Ordinaten durch den Grundkreis m′ lote hinauf auf die gleichnamigen Ordinaten des Aufrisses, so sind die Punkte 1″, 2″, 3″, 4″, 5″, 6″ gefunden, die, wenn sie durch eine Kurve verbunden werden, die Stoßfuge andeuten, welche der Fuß B mit dem Rumpfe bildet.

Es muß nun der Geifen zum Fuße B gesucht werden. Der Radius hierfür ist a c; ziehe damit einen Kreisbogen und trage auf diesem die doppelte Anzahl der gleichen Teile von a b auf, ziehe alle Strahlen nach c′, denn es müssen nun auf diese alle Längen der Ordinaten aus B aufgetragen werden.

Es ist zu bedauern, daß wir diese nicht sofort aus B entnehmen und in B′ eintragen können. Warum? Sie alle haben eine Neigung gegen die senkrechte Bildtafel und lassen ihre wirkliche Länge nicht erkennen. Nur die Linie a c macht hiervon eine Ausnahme, weil sie parallel mit der Bildtafel läuft. Es bleibt uns nichts weiter übrig, als alle Längen von 1, 1″ bis 5′, 5″ auf diese Linie a c zu übertragen.

Denke ich mir, ich könnte den Kegel B um seine Achse drehen, so müßte offenbar jede der genannten Ordinaten einmal in die Lage a c gelangen und ihre wirkliche Länge müßte sich hier abstechen lassen. Dasselbe erreiche ich, wenn ich aus jedem der Punkte 1″ bis 6″ Linien parallel zu a b nach der Kante a c ziehe. Ich erhalte auf diese Weise die Punkte 6‴, 5‴, 4‴, 3‴, 2‴, 1‴. Dies sind dann die Längen, welche von a aus

gemessen und in die Schablone B′ an die richtige Stelle eingetragen werden können.

Warnung. Man hüte sich, die Ordinaten von dem Kreisbogen aus direkt nach der Spitze c zu führen, sondern stets erst winkelrecht auf a b, alsdann nach der Spitze!

Wie die Schweifung der Oberkante des Körpers gefunden wird, dürfte aus dem Bisherigen bekannt sein.

Fig. 3, Taf. XIV.

Nachdem vorige Aufgabe gründlich durchgearbeitet und in allen Punkten richtig verstanden worden ist, kann es nicht mehr schwer sein, den Anschnitt eines Ausgußrohres und die Öffnung im Rumpfe zu suchen.

Vorbemerkung. Der Deutlichkeit der Konstruktion zuliebe sind die Ausgußröhren im Verhältnis zu stark angenommen worden und müßten erst eine Richtigstellung der Stärke erfahren, falls nach der Zeichnung der Gegenstand in der Werkstatt ausgeführt werden sollte.

Ist der Aufriß A gezeichnet, so suche man zuerst die Mittellinie für die Ausgußröhre B auf. Es ist jedoch diese Arbeit nicht so schnell geschehen, wenn sie der erforderlichen Genauigkeit entsprechen soll. Am sichersten geht man, wenn man die kurze Seite c o verlängert und sie gleich a c macht. Verbinde nun a mit b und halbiere diese Linie in e, so ist c e die Mittellinie. Aus e beschreibe nun über a b den Halbkreis. Das Einteilen und Ziehen der Ordinaten ist das frühere.

Nun wird der Grundriß gefertigt; zuerst der Grundkreis aus m senkrecht unter den Aufriß. Durch m ziehe man eine wagerechte Mittellinie und lote die Spitze c des Aufrisses nach c′; ferner lote e nach e′ und beschreibe aus e′ den Halbkreis kongruent mit a b. Mache die gleiche Einteilung und ziehe die Ordinaten. Numeriere die Durchgangspunkte der Ordinaten durch den Grundkreis und lote diese hinauf auf die gleichzifferigen Ordinaten des Aufrisses, so wird die Fugenkurve durch Verbindung aller Punkte o bis a ersichtlich.

Es handelt sich nun darum, die Längen c o″ bis c 5″ wegen ihrer Verkürzung in die wirkliche Länge zu übersetzen. Aus jedem der Punkte o″ bis 5″ müssen nun Linien parallel zu a b nach a c gezogen werden und es sind nun die Längen c o‴, c 1‴, c 2‴, c 3‴, c 4‴, c 5‴, c a zum Eintragen in die Schablone B′ verwendbar. (Warum? Siehe **Fig. 2, Taf. XIV**).

Der Radius für die Schablone B′ ist a c im Aufrisse; beschreibe damit einen Kreisbogen und trage wie in **Fig. 2, Taf. XIV**, die gleichen Teile des Halbkreises a b in doppelter Anzahl darauf ab. Sind nun alle Linien von c″ nach den Teilpunkten gezogen, so können die Längen c o″, c 1″, c 2″, c 3″, c 4″, c 5″, c 6″ darauf eingetragen und die Punkte o‴ bis 6‴ durch eine Kurve verbunden werden. In gleicher Weise findet man den Ausschnitt c″ g′ h′ g′, indem man bei c g beginnend, alle Längen aus dem Aufrisse in die Schablone B′ einträgt.

Zur Auffindung der Öffnung im Rumpfe A hat man sieben Senkrechte nötig, die aber nicht in gleichen Abständen stehen, wie man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, sondern die sich nach den Seiten zu verengern. Ihre Entfernung ist aus dem Grundkreise zu entnehmen; man beginnt am besten mit der Seitenlinie o. Die Höhenmaße winkele man aus dem Aufrisse über.

Zweiter Abschnitt.

Der Anschluß an einen Konus.

Fig. 1, Taf. XV.

Soll eine Ausgußröhre an einen konischen Rumpf sich anschließen, so verlangt das Aufsuchen des Schnittes eine wesentliche Modifikation des bisherigen Verfahrens.

Man zeichne zuerst den Auf- und Grundriß nach den in vorigem gegebenen Gesichtspunkten so, daß nur die Umrisse der Kanne gegeben sind. Einige Schwierigkeit

macht das Auffinden der Stoßfuge. Man verlängere die obere Rohrkante c 1 und mache c b = c a; halbiere a b in o, schlage den Halbkreis a b über o und ziehe die Mittellinie c o. Lote nun o hinunter in den Grundriß nach o′ und beschreibe aus o′ den Halbkreis a′ b′. Teile beide Halbkreise in gleiche Teile und zeichne die Ordinaten normal auf a b resp. a′ b′ und von hier nach der Spitze c resp. c′.

Sind alle Ordinaten gezogen, so markiere die fünf Durchgangspunkte der Ordinaten durch die Seitenlinie des Aufrisses von 1 bis a. Sämtliche Punkte von 1 bis a werden hinunter auf die Mittellinie des Grundrisses gelotet und in gleicher Weise numeriert. Durch jeden dieser Punkte 1′ bis 6′ sind von m aus konzentrische Kreise zu legen. Für jede Ordinate ist nun der richtige Kreisbogen aufzusuchen und ihr Kreuzungspunkt zu markieren. Man beginne mit der Ordinate, die durch den Mittelpunkt m geht; sie trifft mit dem äußersten Kreisbogen 1′ zusammen; markiere diesen Punkt 1″. Nun gehe man zu der nebenliegenden Ordinate und zugleich zum zweiten Kreisbogen über und markiere auch diesen Kreuzungspunkt 2″. Die nun folgende dritte Ordinate verlangt auch den folgenden, den dritten Kreisbogen 3″; sowie die vierte den vierten Kreisbogen 4″.

Bei der Ordinate 4 tritt eine rückläufige Ordnung ein, weil diese sowie die folgenden mit den ersteren zusammenfallen. Für die Kreisbögen gilt dieses jedoch nicht, denn es muß immer der folgende genommen werden, bis keiner mehr übrig und man wieder auf der Mittellinie bei 6 angekommen ist. Man gehe nun so weiter, um die andere Hälfte auch zu zeichnen und kommt endlich beim Anfangspunkte 1 wieder an. Verbindet man alle diese Punkte durch eine krumme Linie, so erhält man das Bild der Fuge von oben gesehen im Grundrisse. Nun erst kann man aus den gefundenen Punkten des Grundrisses hinauf in den Aufriß auf die gleichzifferigen Ordinaten loten und die Stoßfuge der Röhre zeichnen 2‴ bis 6‴.

Ist diese etwas mühevolle Arbeit vollendet, so kann zum Überwinkeln der Ordinatenlängen nach 1⁗, 2⁗,

3'''', 4'''', 5'''', 6'''' geschnitten werden, wie im vorigen Beispiele gelehrt worden ist.

Für den Kurvenschnitt der Öffnung winkle man alle senkrechten Entfernungen auf eine Mittellinie über und beschreibe durch diese Punkte Kreisbogen aus dem Mittelpunkte des Geisens. Die Breiten für die Öffnung sind von den zugehörigen konzentrischen Kreisbögen des Grundrisses abzustechen und zwar so, daß sie stets von der Mittellinie c' o' gemessen werden. Es folgt nun das Überwinkeln der Längen 1''' bis 5''', sowie das Auftragen derselben in die Schablone nach den vorigen Beispielen.

Fig. 2, Taf. XV.

Es ist diese Figur eine vergrößerte Darstellung der in **Fig. 1, Taf. XV**, gegebenen Konstruktion, was vielleicht eine willkommene Zugabe für den Anfänger sein wird.

Fig. 3, Taf. XV.

Der Rumpf dieses Kännchens hat eine nach unten kreisförmige Schweifung jedoch geradflächige Zarge erhalten.

Da neue Gesichtspunkte hier nicht auftreten, kann die Lösung dem Zeichner, der dem Gange der Abhandlung bisher mit Aufmerksamkeit gefolgt ist, überlassen werden.

Fig. 4, Taf. XV.

Der Anschluß geschieht hier an eine Kugel und ist somit eine Verschmelzung der Aufgaben **Fig. 1** und **3** auf **Taf. XV**.

Der strebsame Zeichner betrachte diese Lösung als Prüfstein seines Könnens und verschmähe jede Anleitung.

Achtes Kapitel.

Die ovale Zarge.

Die Ermittelung des Geisens zu einer ovalen Zarge beruht im wesentlichen auf denselben Grundsätzen, nach welchen die Geisen zirkelrunder Geräte gefunden werden, sie ist nur eine Art Aneinanderreihen mehrerer Geisen von verschiedenen Durchmessern zu einem einzigen. Dieses lehrt uns schon die Betrachtung der Figur, welche diesen Zargen zu Grunde gelegt ist. Ist nicht ein Oval aus Kreisen verschiedener Durch- oder Halbmesser entstanden? Wie kann es daher anders sein, als daß auch der Geisen hierzu verschiedene Radien erhalten muß! Gibt es einen Weg, die unbekannten Radien der Kegel zu finden, aus deren Mantelstücke sich die ovale Zarge zusammensetzt, so muß dies der Weg sein, auf welchem wir diesen Geisen auffinden können. Dieser Weg ist folgender:

Fig. 1, Taf. XVI.

Man zeichne zuerst das äußere sodann das innere Oval des Beckens als Grundriß. Das innere, kleine Oval ist dann die Projektion des Gefäßbodens, wie das äußere die Projektion der Oberkante der Zarge ist.

Hiernach zeichne man den Aufriß; die Zargenhöhe ist hier beliebig angenommen. Es ergibt sich hieraus die Schräge der Zarge.

Nun schreite man zur Herstellung der Lehre, indem man wie früher auf einer senkrechten Linie die Höhe der Zarge durch Überwinkeln aus dem Aufriß aufträgt. Man ziehe hinreichend lange, wagerechte Linien durch die gefundenen Punkte a′ a′. Auf der oberen Linie trage man nun die großen Radien der beiden Kreise auf 1, 3 und a c; auf der unteren aber die beiden kleinen 1, 2 und a b. Verbindet man nun die Punkte 3′, 2′ und c′ b′

durch gerade Linien und verlängert diese so weit, bis sie die Senkrechte treffen, so geben diese Linien die Radien an für die zwei Kegelmäntel, aus denen sich die ovale Zarge stückweis zusammensetzt.

Beschreibe also mit dem Radius c′ c‴ einen Kreisbogen, teile den Ergänzungsbogen c d des Grundrisses in gleiche Teile und trage diese auf dem eben beschriebenen Kreisbogen auf (hier 7), so sind nur noch die Endpunkte mit dem Mittelpunkte c‴ zu verbinden und man hat das größte Stück der Zarge gefunden. (Gleichzeitig beschreibe den Kreisbogen mit dem Radius c‴ b′, so ist die Breite der Zarge gegeben.)

Nun fasse man den Radius c″ 3′ in den Zirkel, setze mit dem Bleifuße in d‴ ein und mit der Spitze in der Linie c‴ d‴, wodurch sich c″ ergibt; beschreibe nun auch diesen Kreisbogen und trage die drei gleichen Teile darauf ab, in welche der äußere Kreisbogen des Grundrisses (d 3) geteilt worden ist. Verbinde den Endpunkt mit c″ und beschreibe noch den Kreisbogen mit dem Radius c″ 2′ von c″, so ist nur noch übrig, auf der linken Seite dasselbe zu thun und der halbe Geifen für dieses ovale Becken ist gefunden.

Fig. 2, Taf. XVI.

Soll aber eine ovale Zarge zwei verschiedene Ausladungen erhalten, wie es in diesem Exempel verlangt wird, so ist ihr Geifen nicht so leicht gefunden und wir sind gezwungen, nach andern Hilfsmitteln zu greifen.

Man zeichne zuerst wieder den Grundriß und zwar zuerst das äußere Oval etwa nach **Fig. 2, Taf. III.** Senkrecht darüber oder wie hier darunter zeichne man den Aufriß; bestimme die Zargenhöhe, sowie ihre Schräge zu beiden Seiten, (indem man dem Boden die gewünschte Länge gibt). Wird nun die Länge des Bodens in dem Grundriß gelotet, so ist hierdurch die große Achse für das innere Oval gegeben. Man gebe sich nun die kleine Achse derselben, wenn sie nicht schon bestimmt ist, beliebig an und konstruiere nach **Fig. 5, Taf. III**, das innere Oval.

Denkt man sich nun die Zarge nach unten verlängert bis zur Spitze c'', so würde ein umgekehrter, ovaler Kegel entstehen. Lägen nun auf dessen Mantel in gleichen Entfernungen gerade Stäbchen verteilt, die alle in der Spitze c'' endeten, so ist klar, daß diese nicht von gleicher Länge sein können. Diese verschiedenen Längen zu ermitteln, ist nun unsere nächste Aufgabe.

Teile einen Quadranten des Ovales in gleiche (hier vier) Teile und ziehe von jedem einen Strahl nach c, so stellen diese Strahlen (den vierten Teil) jene Stäbchen von oben gesehen vor. Man trage nun diese Strahlen von c' auf die Oberkante des Beckens auf, so erhält man die Punkte 0', 1', 2', 3', 4'. Diese verbinde man mit der Spitze c'', so sind dies die gesuchten Längen. Mit dem Maße c'' 4' beschreibe man nun einen Kreisbogen für den zu suchenden Geifen. Da wir wenigstens doch die Hälfte desselben suchen wollen, so müssen wir auf jenen Kreisbogen die doppelte Anzahl der gleichen Teile des Quadranten auftragen; ist dies geschehen, so ziehe man soviel Strahlen nach c'' als man Teilpunkte erhalten hat. Was nun noch zu thun übrig ist, ist leicht zu ersehen; man trägt die Maße 3' c''; 2' c''; 1' c''; 0' c'' auf je einen Strahl der linken und rechten Seite des Geifens ab und verbindet die erhaltenen Punkte durch eine krumme Linie. Ebenso verfahre man mit den Maßen 4'' c''; 3'' c''; 2'' c''; 1'' c''; 0'' c'', natürlich immer vom Mittelpunkte c'' aus und verbindet endlich auch diese Punkte durch eine Kurve, so ist die anfangs schwierig erscheinende Aufgabe richtig gelöst.

Fig. 3, Taf. XVI.

Diese Zeichnung stellt im Grund- und Aufriß eine Badewanne vor, zu der der halbe Geifen der Zarge gesucht werden soll.

L ö s u n g. Wie aus dem Grundrisse hervorgeht, sind die Rundungen der Badewanne Halbkreise, mithin die Zarge an dieser Stelle der halbe Mantel eines abgestumpf-

ten Kegels. Zwischen diesen liegt ein gerades Stück der Zarge von der Länge a b.

Es handelt sich darum, die Radien für die Kegel zu finden, aus deren Mantelhälften sich die Zarge zusammensetzt. Es sind zu diesem Zwecke aus den Zentren a b Linien senkrecht zur Mittellinie a b gezogen worden. Hierauf hat man die Schrägen der Zargen e b′ und g f nach unten verlängert, bis die Senkrechten aus a und b getroffen wurden; hierdurch haben sich die Radien c′ b′ für den großen Kegel und d f für den kleinen ergeben.

Zeichnet man nun das gerade Zargenstück von der Länge a b und der Zargenhöhe g f, verlängert die kurzen Seiten nach unten, so kann man leicht mit den gefundenen Radien b′ c und d f die erforderlichen Kreisbogen ansetzen; desgleichen mit den kurzen Radien c′ e und d g die Breite des Geisens weiter führen.

Es ist nun noch übrig, die Länge dieser Bogenstücke zu suchen. Hierfür sind die zugehörigen Quadranten des Grundrisses zu Hilfe zu nehmen. Man teilt sie in gleiche Teile, trägt dieselbe Anzahl auf dem entsprechenden Geisenende ab und verbindet den Endpunkt durch eine gerade Linie mit dem Mittelpunkt c″ und d′.

Es ist dies das Verfahren, wie es gewöhnlich bei kleinen Badewannen angewendet wird.

Fig. 4, Taf. XVI.

Bei dieser Badewanne ist das mittlere Stück der Zarge, welches in voriger Aufgabe gerade angenommen ist, auch geschweift worden und es muß deshalb auch beim Zureißen der Zarge diese Schweifung mit in Rechnung gebracht werden.

Zeichne den Grundriß. Durch den Mittelpunkt 1 des Kreises für das Fußende ziehe eine Senkrechte; mit der ganzen Länge der Badewanne m g beschreibe von c′ aus einen Kreisbogen für den mittleren Zargenteil und ziehe von c′ eine Linie nach dem Mittelpunkte o des Kreises für das Kopfende. Zuletzt wird auch dieser Kreis gezogen. Jeder Kreisbogen wird in gleiche Teile geteilt.

Ist der Grund- und Aufriß fertig, so geht es an das Zeichnen der Lehre. Die Zargenhöhe ist a b. Auf der Oberkante werden die Radien 1, 3; o, g und c' i aufgetragen; auf der unteren alle inneren Radien 1, 2; o, f und c' l. Alle zusammengehörigen Punkte werden durch eine gerade Linie verbunden und bis zur Senkrechten geführt, so ergeben sich die Radien für den Geisen, nämlich c''' i und c''' h' für den mittleren Zargenteil; c'' g' und c'' f' für das Kopfende und endlich c' 3' und c' 2' für das Fußende der Zarge.

Man beschreibe nun erst mit dem Radius c''' i' den Bogen für das mittlere Zargenstück, gleichzeitig auch die innere Kante mit c''' h'. Auf diesem Bogen trage man die vier Teile aus dem Grundrisse auf und verbinde die Endpunkte mit c'''. Verlängere diese Linien über den Kreisbogen hinaus und setze mit dem Radius c'' g' den Teil für das Kopfende und mit c' 3' den für das Fußende an. Die Anzahl der gleichen Teile im Grundrisse bestimmt auch hier wieder die Länge der beiden Endstücke.

Anmerkung. Daß bei Fertigung dieses Geisens die Radien von zwei entgegengesetzten Seiten mußten angeschlagen werden, rührt daher, daß dieses auch bei Anfertigung des Grundrisses der Fall war.

Fig. 1, Taf. XVII.

In neuerer Zeit werden jedoch größere Badewannen nach andern Principien gebaut, wie an diesem Beispiele deutlich gemacht werden soll.

Die Seitenwände sind vollständig geradlinig und haben mit dem Fußende gleiche Ausladung. Seitenwände, Kopf- und Fußende erhalten an ihrer Oberkante einen kräftigen Wulst, der sich je nach der Größe der Wanne richtet. Das Kopfende erhält eine viel größere Ausladung und Schmiege, als die übrigen Teile der Wanne.

Diese Zeichnung enthält:

A den Aufriß der Badewanne,
B den Grundriß derselben,
C den Durchschnitt des Kopfendes,

D den Durchschnitt des Fußendes,
E den Zuschnitt des Bodens, wenn er gerundet werden soll,
F den Zuschnitt für das Kopfende und endlich
G den Schnitt für das Fußende.

Man zeichne zuerst den Aufriß nach seinen äußeren Umrissen, bestimme die Schmiege g h, welche das Fußende und die Seitenwände erhalten sollen, sodann die Schmiege für das Kopfende. Die so erhaltenen Punkte lote man auf die Mittellinie m x für den Grundriß, beschreibe aus x die beiden Halbkreise y y und z z und aus m den Halbkreis v v; ziehe die Seitenkanten y v, y v. Parallel zu diesen ziehe z b und beschreibe aus m′ den großen Halbkreis als Oberkante des Kopfstücks, so ist der Grundriß fertig. Es handelt sich nun darum, aus Grundriß und Aufriß die einzelnen Teile dieser Badewanne zu konstruieren.

1) Der Boden. Er ist am leichtesten zugerissen, denn er erhält den inneren Riß aus dem Grundrisse B.

Bei so großen Badewannen, wie in diesem Beispiele, erfordert es die Dauerhaftigkeit, dem Boden einen Blindboden aus starkem, trockenen Holze, am besten 4 bis 5 cm starker Bohle mit eingeschobenen Einschubleisten zu geben. Auf diesem Blindboden wird der Zinkboden der Wanne aufgeheftet und mit den Seiten und runden Endteilen verlötet.

2) Die Seiten erhalten die Gestalt eines Rechtecks mit r s als Längenkante und g h als Höhe. Sie erhalten an der Oberkante einen Wulst, werden mit der Unterkante an den Blindboden befestigt und mit dem Zinkboden verlötet. Die Zeichnung ist hier des Raumes wegen nicht gegeben worden.

3) Das Fußende ist eben so leicht gefunden, denn es ist der halbe Mantel eines abgestumpften Kegels. Verlängere also die Schräge g h bis zur Mittellinie, die durch x geht, so ergeben sich die beiden Radien für den Geifen G. Teile den Halbkreis z z in beliebig viel gleiche Teile und

trage dieselbe Anzahl auf dem äußeren Geifenbogen ab, so ist die Weite desselben gefunden.

4) Das Kopfende macht bezüglich seiner Schnittkonstruktion indessen mehr Mühe, da es zwei verschiedene Ausladungen erhalten soll. Lote m nach m″, teile den kleinen Viertelkreis in vier gleiche Teile und lote auch diese Punkte auf die Fußkante m′ n. Dasselbe thue mit dem großen Quadranten, so ergeben sich auf der Oberkante die Punkte m‴, I, II, III. Verbinde nun alle gleichlautenden Punkte durch schräge Linien und errichte auf der ersten — m″ m‴ die Normalen p′ n und p 4.

Zur Anfertigung der Schablone F ziehe die Wagerechte p″ p″ und trage auf dieser die vier Teile des großen Quadranten m′ (Grundriß) in doppelter Anzahl ab. Ziehe parallel zu p″ p″ die Linie p‴, n, p‴ und zwar in einer Entfernung von jener, die gleich ist der Höhe des Kopfstücks n 4 (im Aufriß). Auf dieser unteren Linie trage die vier gleichen Teile des kleinen Quadranten ebenfalls in doppelter Anzahl auf und verbinde schließlich alle gleichlautenden Punkte durch divergierende Linien, so ist ein Netz entstanden, durch dessen Vermittlung nun schnell die eigentümliche Gestalt des Kopfstückes gefunden ist. Auf der Oberkante desselben trage von den Außenseiten beginnend, die Distanzen m‴ p nach unten ab und markiere diesen Punkt m‴; sodann das Stück I 1 nach 1 I′ links und rechts; ebenso die noch übrigen II 2, III 3 und verbinde die so erhaltenen Punkte durch eine Kurve. Ist diese Arbeit beendet, so hat man dieselbe noch einmal auf der Unterkante zu thun; die Maße ergeben sich aus m″ p′ und die kurzen Linien von 1, 2, 3 bis zur Normalen p′ n gemessen. Auch diese Punkte werden durch eine Kurvenlinie verbunden und parallel zu ihr ein Streifen für die Bodenstärke des Blindbodens zugegeben.

Um das Kopfstück zu vollenden, sind an beiden Seiten noch dreieckige Zwickel anzusetzen, welche die Verbindung desselben mit den beiden Seitenteilen herstellen. Nimm zu dem Ende das Maß g h als Zargenhöhe (Aufriß) in den Zirkel und kreuze damit links und rechts von

m'' aus; sodann fasse das Stück r m''' und kreuze von m''' aus, so ergeben sich die Kreuze r' r'. Verbinde nun r' mit m'' und m''', so sind auch die Zwickel und somit die vollständige Gestalt des Kopfstückes gefunden.

Anmerkung. Der oben erwähnte Wulst an der Oberkante der Zarge ist hier in keiner Zeichnung beachtet worden und muß je nach der Größe der Ausführung zugegeben werden.

Durch das Festnageln der einzelnen Zargenteile an den Blindboden entstehen unvermeidliche Hämmerschläge; um dieselben zu verdecken, wird über diese eine ziemlich starke Sockelplatte von der Breite des Blindbodens aufgelötet, die zugleich als Zierde dient. Um aber die langen Seitenflächen zu steifen und sie widerstandsfähiger zu machen, werden, wie die Zeichnung im Aufrisse angibt, Leisten aufgelötet, von denen die kurzen, aufrechtstehenden zugleich den guten Zweck haben, die Naht zu verdecken. Auch diese können die flache Form einer Platte haben oder halbrund abgebogen werden und Rundstäbe bilden; in die Mitte setzt man gern eine Rosette.

In Städten, die mit Wasserleitungen versehen sind und in denen nicht selten das Wasser nach dem Wassermesser bezahlt werden muß, ist wohl das Streben gerechtfertigt, aus einer verhältnismäßig geringen Quantität, den möglichst größten Effekt zu erzielen, d. h. mit wenigem viel auszurichten. Diesem Zwecke dient eine Badewanne, wenn man ihr folgende Einrichtung gibt.

Es braucht wohl nicht erst nachgewiesen zu werden, daß man mit einem Waschbecken aus Porzellan weniger Wasser konsumiert, als mit einem solchen aus Zink oder Weißblech und das rührt daher, weil in ersterem der Boden des Beckens eine kugelförmige Wölbung erhalten hat, während dieser in letzterem vollständig eben ist. Diesen Erfahrungssatz wollen wir auf unsere Badewanne anwenden und ihrem Boden, wenn auch nicht eine kugelförmige, doch aber eine cylindrische oder richtiger kegelförmige Wölbung geben. Freilich wird dann auch die Art des Zusammenbauens eine andere. Der Zinkboden, der nach dem

ersten Verfahren zuerst auf den Holzboden befestigt wird, bleibt bei diesem letzteren bis zuletzt übrig und erhält einen anderen Schnitt.

Erst nachdem alle Zargenteile am Blindboden befestigt und verlötet worden sind, wird der Zinkboden eingelegt und verlötet. Das übrige bleibt unverändert.

Um nun den Schnitt des Bodens zu finden, haben wir zwei Vorarbeiten auszuführen nötig, das sind die beiden Querschnitte C und D.

Denke ich mir bei r eine Ebene quer durch die Wanne gelegt, so entsteht, wenn ich auf dieser Ebene die Blechkanten nachzeichnen könnte, die Zeichnung C. Die Höhe dieser Zeichnung ist die Zargenhöhe und der Blindboden. Die obere Weite ist aus dem Grundrisse zu entnehmen und = b, m, b, die untere Weite: v, m, v. Trage diese Maße in gleichen Abständen von der Mittellinie r′ nach b′ und v′ und konstruiere daraus ein Trapez. Da wir den Boden halbkreisförmig ausbiegen wollen, so ist aus i ein Kreisbogen zu beschreiben. Teile das Bogenstück a 4 in vier gleiche Teile und winkele diese auf jene vier schrägen Linien m″ m‴, I 1, II 2, III 3, n 4 des Aufrisses, so ergeben sich die Punkte a′, 1′, 2′, 3′, n, welche in die gerade Linie a′ n fallen. Auf demselben Wege finde ich den Querschnitt bei s. Die Zargenhöhe ist die gleiche; die Oberweite z x z, die Unterweite y x y; aus i beschreibe den Kreisbogen f′, f′ und teile die Hälfte davon in vier gleiche Teile. Diese vier Teile sind nun durch Überwinkeln mit der Reißschiene oder durch Messen und Abstechen der Senkrechten f′, 1′, 2′, 3′ bis zur Grundlinie y′ y′ nach dem Fußende des Aufrisses zu bringen, wodurch die Stoßfuge f g, die der Boden mit der Zarge bildet, gefunden ist; die Linie a′ f gibt außerdem noch die Langfuge des Bodens an.

Es ist nur noch übrig, diese Anhaltepunkte zur Ermittelung des Bodenschnittes zu verwerten. Dies geschieht wie folgt:

Verlängere die Senkrechten, die durch m und x gehen und ziehe eine Wagerechte als Mittellinie für den Boden-

schnitt. Auf der Senkrechten v′ v′ trage nun die vier gleichen Teile des Kreisbogens aus dem Querschnitte C in doppelter Anzahl zu gleichen Teilen oberhalb und unterhalb der Mittellinie ab, thue dasselbe auf der Senkrechten f″ f″, indem Du die vier gleichen Teile des Kreisbogens aus D hierzu wählst; verbinde schließlich alle gleichliegenden Punkte durch gerade Linien und ziehe diese genügend lang über die Senkrechten hinaus. Wieder verlangt das Kopfende mehr Nachdenken als das Fußende, denn während ich bei diesem nur aus den Teilpunkten des Halbkreises aus B hinunter auf die entsprechende Ordinate des Schnittes E zu loten habe, kann ich zu diesem Zwecke nicht den Halbkreis m wählen, sondern nur die vier Teilpunkte der Linie a′ 4 des Aufrisses. Die Verbindung der Punkte durch eine Kurve vollendet den Zuschnitt des Bodens.

Ist dieser Schnitt des Bodens auch schwieriger zu finden, so lasse sich ein tüchtiger Arbeiter dadurch nicht zurückschrecken, denn die Mehrarbeit wird sicherlich durch das gefälligere Aussehen einer solchen Badewanne und durch die eingangs erwähnte größere Zweckmäßigkeit derselben reichlich aufgewogen.

Fig. 2, Taf. XVII.

Der Aufriß K dieser Zeichnung, stellt eine Wasserbutte, von Zinkblech gefertigt, dar, zu der der Zargenschnitt gesucht werden soll.

Da diese Konstruktion als eine gute Repetition des Früheren zu betrachten ist, soll hier nur das Resultat derselben gegeben werden. Die Lösung aber soll vom Zeichner ausgeführt werden.

Der Grundriß H ist nur zur Hälfte gegeben und zeigt die zwei verschiedenen Ausladungen. J ist der ermittelte Geifen.

Neuntes Kapitel.

Entwickelung der Modelle für geschweifte Gegenstände.

A. Eine sechsteilige Dose.

Fig. 1, Taf. XVIII.

An diesem Gegenstande in natürlicher Größe soll das schon auf **Tafel IX** angegebene Verfahren, Schnitte für geschweifte mehrteilige Gegenstände zu finden, wiederholt und vervollständigt werden. Es ist dies um so wichtiger, weil derartige Arbeiten große Genauigkeit in der Arbeit verlangen.

Man bestimme zunächst die Größe der Dose nach Höhe, Breite und Form — hier also ein Sechseck — und zeichne die Mittellinie und daran das Profil auf die linke Seite. Den Punkt der größten Ausladung des Profils (hier Nr. 1) lotet man hinunter auf die Grundlinie des Grundrisses und konstruiert mit dieser Weite von dem Mittelpunkte m aus den halben Grundriß — hier also ein halbes Sechseck. Die Stellung dieses halben Sechsecks wählt man am besten so, daß eine Seite desselben mit der Grundlinie parallel läuft; nun zieht man die beiden Strahlen nach m, welche die Fugen der Dose von oben gesehen, vorstellen.

Die nächste Arbeit ist, die Einteilung des Dosenprofiles Glied für Glied vorzunehmen, wobei noch einmal daran erinnert werden soll, daß es nicht notwendig ist, daß die Einteilung aller Glieder dieselbe Zirkelweite haben müssen. Von jedem einzelnen Punkte der Einteilung aus zieht man nun eine wagerechte Linie von noch unbestimmbarer Länge für den Aufriß der Dose bestimmt und eine

senkrechte auf die Grundlinie des Grundrisses. Trifft es sich, wie hier, daß zwei Punkte der Einteilung in ein und dieselbe Senkrechte fallen, so ist dies kein Fehler, sondern im Gegenteil sehr erwünscht, weil dies die Arbeit vereinfacht und die Zeichnung deutlicher macht, indem nicht so viele Hilfslinien zu ziehen sind; man suche dies soviel als möglich herbeizuführen. Allerdings muß der Zeichner seine Aufmerksamkeit verdoppeln, damit keine Fehler in der Konstruktion entstehen.

Sind nun alle (hier 13) Punkte auf die Grundlinie gelotet, so gehe man zu dem Punkte 2 über; führe ihn stets parallel zu den Seiten des Sechsecks weiter, bis man wieder auf der Grundlinie, natürlich auf der rechten Seite, angekommen ist. Von hier aus lotet man ihn auf die zugehörige gleichzifferige Wagerechte und markiert diesen Punkt.

Auf dieselbe Weise verfährt man mit jedem einzelnen Punkte bis auch der letzte seinen Platz auf der rechten Seite der Dose gefunden hat. Es ist nun eine leichte Arbeit, diese Punkte 1 bis 13 durch eine Kurve zu verbinden und das ganze Profil der rechten Seite richtig darzustellen.

Die nächste Arbeit besteht nun darin, die Stoßfugen des mittleren Feldes aufzusuchen, was nun schneller abgethan ist. Man braucht sich nur die Punkte an den beiden Strahlen im Grundrisse richtig zu beziffern, so ist jeder einzelne aus dem Grundrisse leicht in den Aufriß transportiert. Die Verbindung dieser ergibt die gesuchte Fuge.

Ratsam ist es, bei besonders kurz geschwungenen Gliedern des Profiles ein Halbieren der Einteilung vorzunehmen und diesen Punkt ebenso weiter zu führen, wie die andern, weil hierdurch eine größere Genauigkeit des Modelles und der Profilierung gewonnen wird. So wäre es gut angebracht gewesen, wenn zwischen 1 und 2 der Punkt a in der Mitte zwischen 1 und 2 und endlich zwischen 12 und 13 die Teile b und c angenommen und durchgeführt worden wären! Je weniger sicher sich der

Zeichner fühlt, desto mehr solcher Hilfspunkte sollte er annehmen!

Was die Herrichtung der zugehörigen Schablone anbetrifft, so braucht nur an das bisher Gelernte erinnert zu werden. Auf einer Senkrechten werden die Teile jedes einzelnen Gliedes der Reihe nach aufgetragen und die kleinen Plättchen nicht vergessen! (bei 2, 4, 13). Sind alle Wagerechten in die Schablone gezogen, so werden die Breiten aufgetragen. Diese können entweder aus dem Mittelfelde des Grundrisses oder des Aufrisses für jedes Glied entnommen werden, wenn man sich die nötige Mittellinie durch den Punkt m gezogen hat.

Wenn eine solche Dose in der Werkstatt aus Zink oder vielleicht aus einem edleren Metalle wie Messing, Neusilber 2c. ausgeführt werden soll, so erfordert diese Aufgabe immerhin einen akkuraten, oder wie der technische Ausdruck sagt: „eigensinnigen" Arbeiter. Und wenn dann der Deckel der Dose, wie hier angenommen worden ist, ohne Scharnier gearbeitet und so gelungen ist, daß er nach jeder Seite hin leicht und dicht schließend aufgesetzt werden kann, so ist dies eine Arbeit, die ihren Meister sucht, von der aber auch das Sprichwort sagt:

„Das Werk lobt seinen Meister!"

Fig. 2, Taf. XVIII.

Es ist hier ein zweites Profil zu einer Dose gegeben. Sie kann sechs- oder achtteilig ausgeführt werden und sei die Konstruktion derselben, wenn möglich auch die Ausführung derselben aus Zink oder Messing aus Interesse für den Klempner bestens empfohlen.

Fig. 3, Taf. XVIII.

Auch dieses Profil soll obigem Zwecke dienen. Es eignet sich weniger zu einer Dose als vielmehr zu einer Art Schmuckkästchen. Man wähle daher lieber die viereckige Form mit zwei langen und zwei kurzen Seiten. Der Deckel beginnt bei a und kann mit einem Scharnier ver-

sehen werden. Die Behandlung der Konstruktion ist ganz die frühere.

Wird diesen beiden Beispielen Folge gegeben und die Arbeit ist nach allen Seiten hin gelungen, so daß die Fugen dicht, die Schweifung in den Kanten scharf und die Politur rein ist, so wird die Freude am Gelingen ein reicher Lohn für die aufgewendete Mühe sein. Versuche es!

Fig. 4 bis 7, Taf. XVIII.

Es sind hier einige Muster zu Knöpfen gegeben, wie sie auf Dosen, Kaffeekannen ꝛc. gebraucht werden. Sei es nun, daß sich jemand die Mühe geben wollte, ein oder das andere Muster zu modellisieren oder es nur als Übung im Zeichnen zu betrachten, so wird auch dieses Beginnen nicht ganz ohne Nutzen sein.

B. Eine zwanzigteilige Urne.

Fig. 8, Taf. XVIII.

Wenn schon die Konstruktion eines solchen architektonischen Körpers wie die vorliegende Urne im wesentlichen auf denselben Prinzipien beruht, nach denen die bisherigen Aufgaben gelöst worden sind, so mag dessenungeachtet ihre Bearbeitung hier zum Vortrag kommen, einesteils im Hinblick auf das bekannte Wort: „Übung macht den Meister“, anderenteils aber auch deshalb, weil eine größere, zusammenhängende Arbeit doch auch wieder ihre besondern Schwierigkeiten hat. Diese besteht nicht etwa in der Konstruktion selbst, denn diese ist, wie schon gesagt, die bekannte, sondern sie besteht darin, daß durch das längere Profil eine größere Einteilung und daher eine weit größere Anzahl von Hilfslinien nötig werden; viele Linien werden sich decken, viele werden dicht bei einander fallen und da heißt es denn: aufgepaßt! Um sich die Arbeit zu erleichtern, aber auch um Irrungen zu verhüten, empfiehlt es sich, gewisse Glieder oder Abteilungen durch Buchstaben zu markieren wie z. B. a b, c d oder aber diese Stellen durch andersfarbige Tinte hervorzuheben.

Sind also die übrigen Hilfslinien rot ausgezogen, so wähle man für diese blaue Tinte, was ja einer guten Reißfeder keinen Nachteil bringt.

In betreff des Grundrisses sei bemerkt, daß man von einer geradlinigen Konstruktion wie in **Fig. 1, Tafel XVIII**, wegen der vielen Glieder ganz und gar absieht und sich mit dem Zirkelschlag begnügt, was zugleich zuverlässiger ist.

Es soll nicht gesagt sein, daß die Schablone C, sowie die einzelnen Felder des Körpers müsse aus dem Ganzen gearbeitet werden. Es kann recht gut bei x eine Teilung geschehen. Die Urne wird alsdann aus einem Ober- und Unterkörper gearbeitet und wenn beide Teile gelötet und verputzt worden sind, werden sie zusammengelötet.

Daß alle Felder nach dem Seitenprofil abgebogen werden müssen, ist früher schon gesagt worden. Das Abbiegungsmodell stelle man aus starkem Zink oder Eisenblech oder aus gut ausgetrocknetem Holze her.

Soll eine solche Urne zur Aufnahme eines Blumentopfes dienen, so wird es gut sein, einen topfähnlichen Einsatz anzufertigen und einzulöten. Zu Bauzwecken verwandt, muß sie oben mit einem wasserdicht schließenden Deckel versehen werden, um das Eindringen des Regenwassers ganz auszuschließen, was für den Winter geradezu zur Notwendigkeit wird.

Zehntes Kapitel.

Wie die Seiten zu Hohlgefäßen gefunden werden, wenn der Inhalt gegeben ist.

(Fig. 1 bis 3, Taf. XIX*).

Dies ist eines der wichtigsten Kapitel für den Klempner, nicht etwa, weil die Arbeiten an und für sich schwer auszuführen seien, sondern vielmehr deshalb, weil es nicht leicht ist, die richtige Größe zu treffen. Nicht unwesentlich erschwert wird diese Aufgabe, wenn außer der Inhaltsangabe noch Bestimmungen über die äußere Form solcher Gefäße gegeben werden, was nicht selten geeignet sein dürfte, den Klempner in eine gelinde Verlegenheit zu setzen.

Will es daher der Klempner nicht auf gut Glück ankommen lassen, das Richtige zu treffen, oder möchte er gern zeitraubendes und kostspieliges Probieren vermieden haben, so bleibt ihm nichts anders übrig, als zu Zirkel, Metermaß und Reißbrett zu greifen und zu konstruieren.

Bei dieser Arbeit können wir uns gratulieren, daß ein tüchtiger Meister, der Spenglermeister Keil in Ulm es unternommen hat, die langwierigste Arbeit uns abzunehmen. In seinen Tabellen, welche am Schlusse dieses Kapitels abgedruckt sind, hat er sich ein großes Verdienst um das Klempnergewerbe erworben. Sie sind den hier gegebenen drei Beispielen zu Grunde gelegt.

*) Diese Tafel hat sich nicht die Aufgabe gestellt, mustergültige Formen für Hohlgefäße zur Anschauung zu bringen, sondern nur zu zeigen, wie die angezogenen Tabellen verwandt werden können.

Zeit und Raum sind nicht ausreichend hier geboten, um dieses wichtige Kapitel nach allen Seiten hin erschöpfend zu behandeln, darum konnten nur die einfachsten Verhältnisse hier eine Berücksichtigung finden und es mußten kompliziertere Aufgaben wie z. B. eine geschweifte Flasche oder Kanne nach gegebenem Inhalte auszumitteln weggelassen und dem schon öfter genannten zweiten Teil dieses Werkes zugewiesen werden.

Immerhin wird das Wenige, was hier geboten worden ist, nicht ohne Nutzen sein, zumal das Prinzip für leichte und schwerere Aufgaben gleiche Geltung hat.

Fig. 1, Taf. XIX.

Die Aufgabe ist uns gestellt, ein Gefäß zu konstruieren, welches 0,5 Liter halten soll.

Bekanntlich existieren für derartige Berechnungen zwei Verhältnisse, das von 5 : 6 und das von 5 : 7 je nachdem der Zargenhöhe 6 oder 7 Teile von den fünf gleichen Teilen, in die der Boden geteilt worden ist, gegeben worden sind.

Es sollen hier deshalb an ein und demselben Gefäße beide Verhältnisse zur Anschauung gebracht werden, damit der Unterschied beider Verhältnisse recht deutlich in die Augen falle.

Die Keilsche Tabelle gibt nun für ein Gefäß von $^1/_2$ l Inhalt in dem Verhältnis 5 : 6 folgende Maße an.

Durchmesser 81 mm,
Höhe der Zarge 97 mm.

Konstruiere ich nun ein Rechteck, welches 81 mm Grundkante und 97 mm Seitenkante oder Höhe hat, so ist dies zugleich nach Früherem die Projektion eines Cylinders und es wird dieser, wenn er als Hohlgefäß gearbeitet wird, das Volumen von $^1/_2$ Liter haben. Somit wäre schon unsere Aufgabe gelöst.

Niemand wird es aber bestreiten wollen, daß ein solches cylindrisches Gerät ein höchst primitives Aussehen

hat und daß der Wunsch, ihm eine gefälligere Form zu geben, ein gerechtfertigter ist. Wir wollen daher dem Fläschchen eine konische Gestalt geben.

Soll aber durch diese Veränderung der äußeren Gestalt der Inhalt derselbe bleiben, so müssen wir dem Gefäße auf der einen Seite wiedergeben, was wir auf der andern ihm genommen haben; wir setzen also an der Oberkante soviel an, wie wir an der Unterkante abnehmen und lassen somit den Rauminhalt so ziemlich unverändert.

In vorliegendem Beispiele ist dem Geräte noch ein Trichter aufgesetzt worden, um ihm oben einen Abschluß zu geben. Er ist jedoch nicht mit in Rechnung gezogen worden. Ohne Trichter versieht es den Dienst eines Bechers.

Wie nun der Geifen zu diesem Gefäße gefunden wird, ist schon im vierten Kapitel gelehrt worden und kann hier füglich übergangen werden.

Fig. 2, Taf. XIX.

Dem Gefäß aus voriger Aufgabe ist hier das zweite Verhältnis gegeben worden, nämlich 5 : 7; es ist dadurch höher und schlanker geworden, was für gewisse Zwecke zur Bedingung gemacht wird. Die Maße hierfür sind laut Tabelle:

Durchmesser 77 mm,
Höhe der Zarge 108 mm.

Die Konstruktion ist ganz die vorige. Fertige zu jeder Figur die zugehörigen Geifen in natürlicher Größe an.

Fig. 3, Taf. XIX.

Von diesem Kännchen wird verlangt, daß es ein Liter fasse. Das Verhältnis ist 5 : 7. Die Maße sind:

Durchmesser 97 mm,
Höhe der Zarge 135 mm.

Der aufgesetzte Trichter ist hier mit in Rechnung gezogen worden und zwar so, daß, wie die punktierten Linien

angeben, dem Rumpfe an Höhe an der Oberkante soviel abgenommen, als dem Trichter in der Spitze zugesetzt worden ist.

Es soll bei dieser Gelegenheit einer Schattiermethode gedacht werden, wie sie der Professor und Geheimerat Reulaux in Berlin erfunden hat. Sie ist für unsere Zwecke sehr gut zu verwenden, ganz besonders dann, wenn Gegenstände im großen dargestellt werden, und wenn der Zeichnung durch Farbengebung und Schattierung mehr Plastik gegeben werden soll. Das mühsame und gern mißglückende Verwaschen der Tusche ist hierbei ganz beseitigt und nur ein ganz geringes Maß von Technik erforderlich.

Ganz wie früher zum Zweck unserer Konstruktionen zieht man über der größten Dimension des Gegenstandes einen Halbkreis und teilt diesen in gleiche Teile, auch lotet man wie früher diese Teilpunkte auf den Durchmesser des Halbkreises und führt nun diese Linien weiter nach dem Durchschnittspunkt, welcher entsteht, wenn die Seiten des konischen Gefäßes verlängert werden, oder man zieht, wenn dasselbe cylindrisch ist, diese Linien parallel zu den Seitenwänden des Gefäßes. Stoßen an diese Hauptfläche des Rumpfes noch andere konische Flächen wie in den gegebenen Beispielen oben am Halse und unten am Fuße, so werden auch in diesen jene Linien nach den gemeinschaftlichen Mittelpunkten weiter geführt. Auf diese Weise ist die ganze Zeichnung des Gefäßes in schmale Streifen zerlegt worden.

Ist diese Arbeit geschehen, so wird nun die Tusche oder Farbe in hinreichender Menge, jedoch nicht zu dunkel angerieben, und es kann nun die Arbeit des Schattierens beginnen. Dem Anfänger im Anlegen ist zu raten, zuerst die ganze Zeichnung einmal mit reinem Wasser anzulegen, damit er erstens die notwendigste Bekanntschaft in der Führung des Pinsels macht — man arbeite immer vor der Spitze, d. h. dem Kontur der Zeichnung sei immer die Spitze des Pinsels zugekehrt — sodann aber auch deshalb, weil eine vorher mit Wasser angelegte Fläche

viel weniger fleckig wird, welches zu vermeiden, die Hauptaufgabe des Zeichners ist.

Ist diese Wasseranlage soweit abgetrocknet, daß sie nicht mehr glänzt, so kann die erste Anlage mit Tusche oder Farbe beginnen; man legt nun entweder die ganze Fläche der Zeichnung gleichmäßig an oder läßt das Feld, welches unter a liegt, weiß. Ist auch diese Anlage wie jene erste abgetrocknet, so beginnt die folgende, bei welcher nun aber, wenn es in der ersten Anlage nicht geschehen war, das Feld unter a ausgespart werden muß. Bei jeder nun folgenden Anlage muß nach links und rechts von a ein Feld mehr frei bleiben, so daß der Farbeton nach den Seiten zu immer tiefer, d. h. dunkler wird, obschon keine dunklere, sondern stets dieselbe Tusche oder Farbe genommen worden ist — aber auch nicht genommen werden darf.

An der Seite jedoch, wo der tiefste Schatten hinkommen soll — und das ist meistenteils die rechte — gehe man mit dem Abfärben nicht bis an das Ende, sondern höre bei der vorletzten Anlage ein Feld früher, bei der letzten aber zwei Felder früher auf, so daß der tiefste Farbenton nicht am äußersten Rande der Zeichnung liegt, sondern in dem Felde unter b und zwar aus folgendem Grunde.

Es ist wohl eine schon bekannte Sache, daß jeder runde Körper, bei welcher Beleuchtung es auch sei, auf seiner Oberfläche stets eine Stelle zeigt, welche sehr hell erleuchtet ist. Ist der Körper ein Cylinder, so läuft diese helle Stelle — Licht genannt — in gleicher Breite über die ganze Ausdehnung der cylindrischen Fläche; ist er ein Kegel, so verjüngt sich dieselbe gemeinschaftlich mit den Seiten desselben nach der Spitze des Kegels zu. Ist der beleuchtete Körper endlich eine Kugel, so nimmt die Lichtscheibe eine kreisförmige Gestalt an. Rings um dieselbe oder in jenen zwei ersten Fällen zu beiden Seiten dieses Lichtes schwächt sich gleichmäßig die Beleuchtung ab, bis sie in den tiefsten Schatten übergeht.

Dieser tiefste Schatten liegt jedoch nicht, wie man wohl glauben sollte, auf der äußersten Kante des Gegenstandes und zwar deshalb nicht, weil die Lichtstrahlen, welche von dem Gegenstande nicht mehr aufgenommen werden und also in den freien Raum fallen, zum Teil von der Luft im freien Raume oder auch von hellen oder glänzenden Gegenständen, die sich in der Nähe befinden, zurückgeworfen werden, so daß unser Gegenstand freilich in ziemlich abgeschwächtem Grade, nun auch von hinten beleuchtet wird; es kann somit diese äußerste Seite desselben nicht die dunkelste sein.

Wer diese Erfahrung noch nicht gemacht haben sollte, der beobachte einmal darauf hin eine hellfarbige, von einer bestimmten Seite her scharf beleuchtete runde Säule oder achte beim Lesen im Buche einmal auf die Beleuchtung der Stelle im Bruche, der wird obige Regel gewiß bestätigt finden. Es ist diese Erfahrung ganz dieselbe, die man bei jedem Beginn des Mondscheines machen kann, daß man nämlich nicht nur die junge Mondsichel glänzen sieht, sondern auch (natürlich matt) die ganze Mondscheibe, und es ist auch diese Erfahrung ganz dieselbe, die man tagtäglich frühmorgens vor Aufgang der Sonne und abends nach Untergang derselben machen kann. Denn wenn die Erde auch noch nicht — oder abends nicht mehr — von den Strahlen der Sonne getroffen wird, ist sie dessenungeachtet schon mehr oder weniger erleuchtet — Abend- oder Morgendämmerung — und es rührt diese indirekte Beleuchtung von jener Eigenschaft des Lichtes her, nach welcher es zurückgeworfen werden kann und die wir Reflexion nennen (Spiegel).

Wenn nun auch bis hierher nachgewiesen worden ist, daß wir beim Schattieren irgend eines runden Gegenstandes eine helle Stelle — das Licht — und eine dunkle — den Schatten — zu berücksichtigen haben, so ist damit noch nicht angedeutet, wohin wir jene Haupttöne der Beleuchtung in die Zeichnung zu legen haben.

Für gewöhnlich wird angenommen, daß die Lichtstrahlen von der linken Seite und zugleich von oben den

fraglichen Gegenstand beleuchten und zwar in einem Winkel von je 45°, so daß der Lichtstrahl bei einem Würfel, z. B. von der Ecke links oben in den Mittelpunkt des Kubus fallen würde.

Um diese Stelle richtig in die Zeichnung zu bringen, zieht man vom Mittelpunkt jenes Kreises eine Linie unter 45° von links und rechtwinkelig zu ihr eine nach rechts. Das Feld, welches nun von der ersten Linie getroffen wird, a ist das Lichtfeld, welches ausgespart werden muß; das Feld, welches von der zweiten geschnitten wird, b bezeichnet den tiefsten Schatten.

Es ist jedoch nicht nötig, immer diesen Winkel oder auch die linke Seite als Lichtquelle anzunehmen, denn es kann auch jeder andere Winkel, sogar auch die rechte Seite angenommen werden, wonach sich das Schattieren zu richten hat. Auch können die Streifen gleichteilig angenommen werden, wie es in **Fig. 3, Taf. XIX**, geschehen ist. Man hat alsdann nur nötig, die Ober- und Unterkante in gleichviel Teile zu teilen und diese durch gerade Linien, die nicht mit Tusche ausgezogen werden, zu verbinden. Für das Schattieren gerader Flächen merke, daß entferntere immer dunkler erscheinen müssen als näherstehende und daß daher schrägstehende stets da am dunkelsten sind, wo sie am weitesten entfernt erscheint.

Tabelle I (Verhältnis 5 : 6)

zur Berechnung von Flaschen, Hohlgefäßen u. dergl. nach Litern für Blecharbeiter von A. Keil, Spenglermeister in Ulm.

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
1/2	81	254	97	0,460
1	102	320	123	0,920
2	129	405	153	1,840
3	147	461	177	2,760
4	162	509	194	3,680
5	175	550	208	4,600
6	185	581	223	5,520
7	195	612	234,5	6,440
8	204	641	245	7,360
9	212	666	255	8,280
10	220	691	263	9,200
11	227	713	272	10,120
12	234	735	279	11,040
13	240	754	287,5	11,960
14	246	773	294,5	12,880
15	252	792	301	13,800
16	257	807	308,5	14,720
17	263	826	313	15,640
18	268	842	319	16,560
19	272	854	327	17,480
20	277	870	332	18,400
21	281	883	338,5	19,320
22	286	899	342,5	20,240
23	290	911	348,5	21,160
24	294	924	353,5	22,080
25	298	936	358,5	23,000
26	302	949	363	23,920
27	306	961	367	24,840
28	310	974	371	25,760
29	313	983	377	26,680

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
30	317	996	380	27,600
31	321	1008	383	28,520
32	324	1018	388	29,440
33	327	1027	392	30,360
34	331	1040	395	31,280
35	334	1049	399,5	32,200
36	337	1059	404	33,120
37	340	1068	407,5	34,040
38	343	1078	411,5	34,960
39	346	1087	415	35,880
40	349	1096	418,5	36,800
41	352	1106	421,5	37,720
42	355	1115	424,5	38,640
43	357	1122	429,5	39,560
44	361	1134	431	40,480
45	363	1140	435	41,400
46	365	1147	439	42,320
47	368	1156	441	43,240
48	371	1166	444	44,160
49	374	1175	447	45,080
50	376	1181	450,5	46,000
51	378	1188	455	46,920
52	381	1197	457,5	47,840
53	383	1203	460	48,760
54	386	1213	462	49,680
55	388	1219	466	50,600
56	390	1225	469	51,520
57	393	1235	470	52,440
58	395	1241	474	53,360
59	397	1247	477	54,280
60	399	1254	480	55,200
70	420	1319	505	64,400
80	440	1382	526	73,600
90	457	1435	549	82,800

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
100	474	1489	567	92,000
110	489	1536	586	101,200
120	503	1580	604	110,400
130	516	1621	622	119,600
140	530	1665	635	128,800
150	542	1703	650	138,000
160	545	1740	664	147,200
170	565	1775	678	156,400
180	576	1809	691	165,600
190	587	1844	702	147,800
200	597	1875	715	184,000

Tabelle II (Verhältnis 5 : 7).

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
1/2	77	242	108	400
1	97	305	135	800
2	120	377	171,5	1,600
3	140	440	195	2,400
4	154	484	215	3,200
5	166	522	231	4,000
6	176	553	247	4,800
7	185	581	260,5	5,600
8	194	610	271	6,400
9	202	635	281	7,200
10	209	657	291,5	8,000
11	215	675	303	8,800
12	222	697	310	9,600
13	228	716	318,5	10,400
14	234	735	325,5	11,200
15	239	751	334,5	12,000

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
16	244	766	342,5	12,800
17	249	782	349	13,600
18	254	798	355,5	14,400
19	258	811	363,5	15,200
20	263	826	368	16,000
21	267	839	375	16,800
22	271	851	381,5	17,600
23	275	864	387	18,400
24	279	877	392,5	19,200
25	283	889	397,5	20,000
26	287	902	402	20,800
27	291	914	406	21,600
28	294	924	412,5	22,400
29	298	936	416	23,200
30	301	946	421,5	24,000
31	304	957	427	24,800
32	308	967	430,5	25,600
33	311	977	434,5	26,400
34	314	986	439	27,200
35	317	996	443,5	28,000
36	320	1005	447,5	28,800
37	323	1015	451,5	29,600
38	326	1024	455,5	30,400
39	329	1034	459	31,200
40	331	1040	464	32,000
41	334	1049	468	32,800
42	337	1059	471	33,600
43	339	1065	476,5	34,400
44	342	1074	479	35,200
45	345	1084	481,5	36,000
46	347	1092	485	36,800
47	350	1100	489,5	37,600
48	352	1106	493,5	38,400
49	355	1115	495	39,200

Inhalt nach Litern	Durchmesser nach Millimeter	Umfang nach Millimeter	Höhe nach Millimeter	Gewichtsinhalt für Schmalz, Fett nach Kilogramm
50	357	1122	499,5	40,000
51	359	1128	504	40,800
52	361	1134	507	41,600
53	364	1142	509,5	42,400
54	366	1150	513,5	43,200
55	368	1156	515	44,000
56	370	1162	521	44,800
57	372	1169	524,5	45,600
58	375	1177	525	46,400
59	377	1184	528,5	47,200
60	379	1191	532	48,000
70	400	1256	560	56,000
80	418	1313	583	64,000
90	435	1366	606	72,000
100	450	1414	629	80,000
110	464	1458	650	88,000
120	478	1502	669	96,000
130	491	1542	687	104,000
140	503	1580	705	112,000
150	515	1618	720	120,000
160	526	1652	736	128,000
170	537	1687	751	136,000
180	547	1718	766	144,000
190	557	1750	780	152,000
200	566	1778	795	160,000

Tabelle III

für die Durchmesser von 1 bis 100, Kreisumfang und Quadratinhalt der Kreisfläche von Th. Rätz, Techniker in Berlin.

Durchmesser	Kreisumfang	Inhalt der Kreisfläche	Durchmesser	Kreisumfang	Inhalt der Kreisfläche
1	3,14	0,79	31	97,93	754,76
2	6,28	3,14	32	100,53	804,24
3	9,42	7,07	33	103,67	855,29
4	12,57	12,57	34	106,81	907,92
5	15,71	19,63	35	109,96	962,11
6	18,85	28,27	36	113,10	1017,87
7	21,99	38,48	37	116,24	1075,21
8	25,13	50,27	38	119,38	1134,11
9	28,27	63,62	39	122,52	1194,59
10	31,42	78,54	40	125,66	1256,63
11	34,56	95,03	41	128,81	1320,25
12	37,70	113,10	42	131,95	1385,44
13	40,84	132,72	43	135,09	1452,20
14	43,98	153,94	44	138,23	1520,52
15	47,12	176,71	45	141,37	1590,93
16	50,27	201,06	46	144,51	1661,90
17	53,41	226,98	47	147,65	1734,94
18	56,55	254,47	48	150,80	1809,55
19	59,69	283,53	49	153,94	1858,74
20	62,83	314,16	50	157,08	1993,49
21	65,97	346,36	51	160,22	2042,82
22	69,12	380,13	52	163,36	2123,71
23	72,26	414,48	53	166,50	2206,18
24	75,40	452,39	54	169,65	2290,21
25	78,54	490,87	55	172,79	2275,82
26	81,68	530,93	56	175,93	2463,09
27	84,82	572,55	57	179,07	2551,75
28	87,96	615,75	58	182,21	2642,08
29	91,11	660,52	59	185,35	2733,97
30	94,25	706,85	60	188,50	2827,43

Durchmesser	Kreisumfang	Inhalt der Kreisfläche	Durchmesser	Kreisumfang	Inhalt der Kreisfläche
61	191,64	2922,46	81	254,47	5153,00
62	194,78	3019,07	82	257,91	5281,01
63	197,92	3117,24	83	260,75	5410,59
64	201,06	3216,99	84	263,89	5541,77
65	204,20	3318,20	85	267,04	5674,50
66	207,35	3421,00	86	270,18	5808,80
67	210,49	3525,65	87	273,32	5944,67
68	213,63	3631,68	88	276,46	6082,14
69	216,77	3739,28	89	279,60	6221,13
70	219,91	3848,45	90	282,74	6361,72
71	223,05	3959,19	91	285,88	6503,87
72	226,19	4071,50	92	289,03	6647,61
73	229,34	4185,38	93	292,77	6792,90
74	232,48	4300,84	94	295,31	6939,78
75	235,92	4417,86	95	298,45	7088,21
76	238,76	4536,45	96	301,59	7238,23
77	241,90	4656,62	97	304,73	7389,81
78	245,04	4778,36	98	307,88	7542,96
79	248,19	4901,66	99	311,02	7697,68
80	251,33	5026,54	100	314,16	7853,97

Erklärung zu diesen Tabellen nach Keil.

Mit Hilfe dieser Tabellen ist es leicht, jedes Gefäß von 1 bis 200 l Inhalt anzufertigen, sofern die Form eine cylindrische ist. Wie diese in eine konische verwandelt wird ist in der Einleitung dieses Kapitels gezeigt worden. Sollte aber die cylindrische Gestalt in eine vierkantige, quadratische übertragen werden, so ist auch dieses ausführbar, wenn vorher die Kreisfläche in ein Quadrat verwandelt wird. Man hat alsdann nur nötig, mit dem angegebenen Durchmesser einen Kreis zu beschreiben und so zu verfahren, wie es im ersten Kapitel, zweiter Abschnitt unter c bei **Fig. 10, Taf. II**, angegeben worden ist.

Würde aber anstatt der cylindrischen oder quadratischen die ovale Form gewünscht, so gibt über die Art und Weise der Umbildung **Fig. 17, Taf. II**, ebenfalls Auskunft, denn man braucht nur den dort angegebenen Weg rückwärts zu gehen. Man stellt, nachdem der Kreis mit dem betreffenden Durchmesser beschrieben worden ist, die beiden Durchmesser rechtwinkelig in ihrer Mitte zusammen und nimmt von einem der beiden ein beliebiges Stück ab, so erhält man die kurze Achse des Ovales. Dasselbe Stück setze man nun an den beiden Enden des andern Durchmessers an, so erhält man die große Achse und kann nun je nach der einen oder andern Art (**Fig. 1 bis 11, Taf. III**), das Oval konstruieren.

Sollte das Verhältnis 5 : 6, Tabelle I, noch gedrungener oder kürzer hergestellt werden, so nehme man, wenn z. B. die Flasche 10 l fassen soll, den Durchmesser von 11 l, teile die Höhe in 11 gleiche Teile und mache die Flasche einen Teil niedriger.

Umgekehrt kann das Verhältnis 5 : 7 noch schlanker gemacht werden, wenn man die unter 9 l gegebenen Maße wählt, die Höhe jedoch in 9 Teile teilt und einen solchen in der Höhe zugibt.

Tabelle III nach Rätz.

Ist aber neben der Anzahl der Liter auch der Durchmesser für das Hohlgefäß gegeben, so findet man die Höhe für dasselbe, wenn man mit dem Quadratinhalte des Bodens in die Anzahl der Liter teilt. Man thut aber gut, die Liter vorher in Kubikmillimeter zu verwandeln, indem man der Literzahl sechs Nullen anhängt (denn 1 l ist gleich einem Kubikdezimeter, dieser aber = 1000 ccm = 1000000 cmm), das Resultat gibt alsdann die gesuchte Höhe in Millimetern an. Z. B.

Ein cylindrisches Gefäß soll bei 84 mm Durchmesser 4 l fassen, wie hoch muß dasselbe sein? Nach Tabelle III hat eine Kreisfläche von 84 mm Durchmesser einen Quadratinhalt von 5541 qmm (nach Weglassung des Bruches

0,77); dividiert man mit diesem in 4 l = 4000000 mm, so erhält man 5541 : 4000000 = 721 mm als Höhe für das zu fertigende Gefäß.

Ist endlich die Höhe eines Gefäßes und der Inhalt gegeben, so findet man den Durchmesser hierzu, wenn man die Anzahl der Liter mit 1273 multipliziert, das Produkt mit der Höhe (in Zentimetern ausgedrückt) dividiert und von dem erhaltenen Quotienten die Quadratwurzel auszieht, das Resultat ist der gesuchte Durchmesser in Zentimetern ausgedrückt.

Wie der konische Abschluß oder Trichter einer Flasche berechnet wird, ist aus dem fünfzehnten Kapitel dieses Werkes zu ersehen. Je nachdem der Inhalt desselben zur Flasche gerechnet werden soll oder nicht, muß diese Literzahl von dem Inhalt der Flasche abgezogen und diese somit um soviel kleiner angelegt werden.

Anmerkung. In **Fig. 3, Taf. XIX**, ist dies nicht durch Berechnung, sondern mittels Konstruktion geschehen, wie bereits gesagt worden ist.

Zum Schluß dieses Kapitels sei aus den höchst nützlichen Berechnungen des Keilschen Werkchens noch folgende Noten gegeben: Von Olivenöl, Mohn-, Raps-, Leinöl, Thran, überhaupt Fette wiegt das Liter 930 bis 940 g. Ein volles Erdölfaß enthält 190 l Erdöl und wiegen dieselben 152 kg.

Ein Liter	Ligroin wiegt . . .	695 — 700 g,
„ „	Terpentin wiegt . .	865 — 870 g,
„ „	Weingeist und Erdöl .	800 g,
„ „	Petroleum	750 — 760 g.

Elftes Kapitel.

Der Übergang aus einem Vierkant in einen Achtkant.

(Fig. 1 bis 4, Taf. XX.)

Übergänge aus dem Vierkant in eine andere Form erheischen bei ihrer Bearbeitung auf dem Reißbrett sowohl als auch in der Werkstatt immer einiges Nachdenken und genaues Arbeiten; es soll ihre Behandlung deshalb in einigen Beispielen geübt werden.

Fig. 1, Taf. XX.

Das, was hier in Zeichnung geboten wird, ist ein Säulenfuß, dazu der halbe Grundriß.

Wieder zeichnet man wie früher die linke Seite des Profiles im Aufriß, teilt dieses in gleiche Teile, zieht aus den Teilpunkten die Wagerechten für den Aufriß und die Senkrechten in den Grundriß. Im Grundrisse zieht man, nachdem das halbe Quadrat konstruiert ist, die Hälften der Diagonalen, die sich in m treffen; sie dienen als Mittellinie für die Zwickel D.

Nun bestimme man zuerst dasjenige Glied, von welchem aus das regelmäßige Achteck beginnen soll. Das ist hier die Wasserfase c h. Alle Glieder, welche innerhalb dieser Fase liegen, bilden ein regelmäßiges Achteck und können nach den bisherigen Regeln entwickelt werden; alle Glieder aber, welche von der Kante c aus nach außen, d. i. nach dem Vierkant des Sockels zu liegen, sind unregelmäßig in ihrer Bildung. Dieses gilt von der Hohlkehle b c. Es muß daher c″ m als Radius genommen und nach der früheren Methode ein Achteck konstruiert

werden. Die Ecken des Achtecks d e werden einerseits mit dem Mittelpunkte m, anderseits mit den Endpunkten des Sockels b' verbunden, so sind die zwei Zwickel im Grundrisse gegeben.

Das Mittelstück dieses Gliedes C kann auch noch nach dem Bisherigen konstruiert werden, wenn alle Maße aus dem Aufrisse hinunter in die Schablone C' gelotet und die gleichen Teile auf einer Senkrechten aufgetragen werden.

Für den Zwickel D der Hohlkehle muß jedoch, bevor die Schablone gezeichnet werden kann, die Schweifung festgestellt werden; dies geschieht so:

Man überzeugt sich, wie weit der Zwickel zu reichen hat, das ist bis f. Allerdings reicht die Hohlkehle nur bis c; es soll aber die Fase c h über h hinaus bis f, senkrecht unter g vorläufig geführt werden, was weiter unten begründet werden soll. Lote ich f in den Grundriß, so komme ich auf die Linie i, i. Der Zwickel D reicht also von a' bis b'; die Höhe ist a' f. Verlängere ich nun die Grundlinie des Aufrisses und ziehe parallel zu ihr alle Wagerechten aus c, 4, 3, 2, 1, b, so kann ich von der Senkrechten a' f aus aus dem Grundrisse alle Längen auftragen, welche zur Ermittelung der Schweifung notwendig sind. Zuerst die Länge a' c' auf die Wagerechte c', dann die Längen a' 4, a' 3, a' 2, a' 1, a' b'. a' 4 wird bei a' 4' aufgetragen und sofort bis a' b'. Die Verbindung der Punkte b' 1', 2', 3', 4', c' f' ergibt die gesuchte Schweifung.

Hat man erst die Schweifung des Zwickels ermittelt, so ist auch bald die Schablone hierzu gefunden. Ihre Konstruktion weicht indessen von dem bisherigen Verfahren insofern ab, als auf der Mittellinie nicht die gleichen Teile aus dem Aufrisse, sondern die ungleichen b', 1', 2', 3', 4', c' aus der Lehre aufgetragen werden müssen; die Längen hierfür werden aus dem Grundrisse abgestochen, so daß man von der Mittellinie m b' aus jede der Hälften 1, 2, 3, 4, c bis zur Linie e b' oder d b' in den Zirkel faßt und auf die Linien 1'', 2'', 3'', 4'', 5'' der Schablone links und rechts von der Mittellinie absticht.

Es sind nun noch die Maße für die Fase c f einzuzeichnen. Die Höhe ist c' f' aus der Schablone C', welche in D' von c'' senkrecht nach f'' getragen wird. Die Länge dieser Wagerechten ist i i. Verbinde schließlich alle Punkte.

Es ist nun noch zu ergänzen, daß bis jetzt der Wulst W ganz übersehen worden ist und zwar aus dem Grunde, damit die Arbeit leichter werden sollte. Er wird besonders ausgearbeitet und nachträglich auf die vier einzelnen Teile aufgelötet. Aus diesem Grunde wurde oben die Fase c h bis nach f verlängert.

Fig. 2, Taf. XX.

Zu voriger Aufgabe, einem Säulenfuße, ist in dieser Figur ein passendes Säulenkapitäl geliefert, welches sich mit einem Achtkant auf einem achtkantigen oder auch runden Säulenschaft aufsetzt und allmählich oben in ein Vierkant übergeht.

Die Lösung dieser Aufgabe ist ganz die vorige, und da hier eine zweite Anleitung nicht gegeben werden soll, kann sich der Zeichner durch selbständiges Auffinden davon überzeugen, ob er das in **Fig. 1, Taf. XX**, Gesagte erfaßt hat. Die Glieder D und E sollen auch hier nachträglich aufgesetzt werden und können deshalb anfangs unberücksichtigt bleiben.

Fig. 3, Taf. XX.

Auch diese Aufgabe soll dem eben ausgesprochenen Zwecke dienen. Ein Sockelgesims, bestehend aus einer senkrechten Platte, einem steigenden Karniese, Plättchen, Hohlkehle, Viertelstab und Stäbchen, soll vierkantig beginnen und achtkantig abschließen.

Will man sich diese Arbeit etwas erleichtern, so lasse man den Übergang zum regelmäßigen Achtkant sofort im zweiten Gliede, im Karniese stattfinden. Alle übrigen Glieder sind dann regelmäßig und kongruent. Schwerer aber wird die Lösung, wenn man die Hohlkehle mit in

den Übergang hineinzieht. Man versuche die erste und auch die zweite Lösung.

Fig. 4, Taf. XX.

Als letzte Aufgabe in dieser Konstruktion soll vorliegendes Fußgesims dienen. Es beginnt mit einer Platte, dann folgen Vorsprung, Karnies, Plättchen und schließt mit einer steigenden Hohlkehle ab.

In den Übergang sollen Viertelstab, Plättchen und Karnies fallen und erst die Hohlkehle soll ein regelmäßiges Achteck bilden. Suche diese Aufgabe korrekt zu lösen!

Zwölftes Kapitel.

Körperdurchdringungen und die Konstruktion ihrer Netze.

(Fig. 1 bis 8, Taf. XXI.)

Häufig hört man auch unter strebsamen Menschen die Ansicht verteidigen, was ich nicht in der Praxis verwerten kann, das brauche ich und will ich auch nicht kennen lernen.

Diesem etwas stark materiellen Grundsatze, der ein natürlicher Ausfluß unserer jüngsten Zeitepoche gewesen ist und leider noch ist, will und kann dieses Werk nicht beistimmen, sondern kann im Gegenteil nicht stark genug betonen, daß alles, was geeignet ist, den Geist des Menschen zu wecken, seine Denkkraft anzutreiben und zu schärfen überhaupt höherer Gesichtspunkte einzuimpfen, das alles dies auch des Wissens wert sei!

Unter solchen Gesichtspunkten ist die Taf. XXI entstanden. Niemand wird von ihr behaupten wollen, daß die Praxis auf sie nicht verzichten könne, allein um des

intellektuellen Nutzens willen, möge ihr ein bescheidenes Plätzchen vergönnt sein.

Da es sich bei der Behandlung dieser Aufgaben nicht darum handelt, ganz neue Grundsätze oder Regeln aufzustellen, sondern nur darum, das bisher Gelernte in etwas veränderter Form zu handhaben, so ist auch von vornherein davon abgesehen worden, vollständige Lösungen dieser Aufgaben zu geben; nur ganz kurze Bemerkungen, die dem Verständnis der Zeichnung zu Hilfe kommen wollen, sollen hier gegeben werden.

Fig. 1, Taf. XXI.

Eine prismatische, vierkantige Säule wird von zwei Röhren durchdrungen und zwar von der einen in horizontaler, von der andern in schiefer Richtung. Es sollen die Öffnungen im Mantel gezeichnet werden, welche diese Röhren zum Durchgange verlangen.

Fig. 2, Taf. XXI.

Diese Aufgabe zeigt sich von der vorigen nur darin verschieden, daß die prismatische Säule von jenen Röhren von Kante zu Kante durchdrungen wird, wie der Grundriß hierzu angibt.

Fig. 3, Taf. XXI.

Ein senkrechter Cylinder wird von einem zweiten in schiefer Richtung durchdrungen, deren Durchmesser in dem Verhältnis 2 : 1 stehen.

Wie der Grundriß belehrt, bildet die vordere Seitenlinie des kleinen Körpers eine Tangente des Grundkreises des größeren, während die hintere durch den Mittelpunkt desselben geht.

Anmerkung. Die senkrechten Ordinaten im Mantelschnitte können hier nicht wie in voriger Figur in gleichen Abständen eingeschrieben werden, sondern müssen mit den ungleichen Entfernungen, wie sie der Kreisbogen im Grundrisse angibt, aufgetragen werden.

Fig. 4, Taf. XXI.

Dieselben Körper der vorigen Aufgabe beschäftigen uns hier wieder, jedoch mit der Abänderung, daß die Achsen beider Cylinder sich unter einem schiefen Winkel kreuzen.

Fig. 5, Taf. XXI.

Ein senkrechter Cylinder wird von einer vierkantigen prismatischen Säule durchdrungen. Sie steht übereck und schneidet den Cylinder ebenfalls unter einem schiefen, beliebig angenommenen Winkel. Die Hinterkante der Säule geht durch den Mittelpunkt des ersteren, während die Vorderkante eine Tangente bildet.

Anmerkung. Des Raumes wegen ist der Grundriß nur halb gegeben und über den Aufriß gesetzt worden. Thue dies in der Zeichnung nicht. Auch empfiehlt es sich, die Durchdringungskurven überall da punktiert anzudeuten, wo sie vom Körper selbst verdeckt werden.

Fig. 6, Taf. XXI.

Ein senkrechter Cylinder wird von einem gleichen Kegel in horizontaler Richtung durchdrungen. Es fragt sich, welche Schnittkurve bringt letzterer auf den Mantel des ersteren hervor?

Zeichne zuerst die Ordinaten des Kegels im Grundrisse wie im Aufrisse. Von den Kreuzungspunkten die die Ordinaten mit der Peripherie des Grundkreises bilden, ziehe Senkrechte in den Aufriß; hieraus ergibt sich der Schnitt. Beim Überwinkeln desselben auf den Mantel numeriere man die Senkrechten nach dem Grundrisse und irre sich nicht in der Wahl der schneidenden Wagerechten.

Fig. 7, Taf. XXI.

Ein senkrechter Kegel wird von einer vierkantigen Pyramide gekreuzt. Beide Körper schneiden sich mit ihren Achsen unter einem rechten Winkel.

Zeichne zuerst den Aufriß und gib der Pyramide, die auf einer Kante ruht, die Andeutung ihrer Flächen (siehe links), teile diese Schrägen in gleiche Teile, ziehe die Ordinaten winkelrecht zur Grundkante, dann nach der Spitze. Die Schnittpunkte dieser Linien mit der linken Kegelkante lote auf die Grundlinie des Grundrisses. Ziehe von jedem erhaltenen Punkte von m aus konzentrische Kreise und schneide diese mit den entsprechenden Ordinaten aus dem Grundrisse. Markiere diese Kreuzungen und verbinde sie durch eine Kurve, so wird diese den eigentümlichen Schwung der Durchdringungsfuge (von oben gesehen) richtig angeben. Von hier aus sind alle einzelnen Marken in die betreffende Stelle des Aufrisses zu bringen, und man erhält auch nun den Schnitt von vorn gesehen.

In gleicher Weise verfahre auf der rechten Seite der Zeichnung. Um nun die Schnitte richtig in den Kegelmantel einsetzen zu können, müssen zunächst von m aus, durch jede vorhingegebene Marke Strahlen nach der Peripherie gezogen werden. Trage diese Entfernung genau auf den Kreisbogen des Mantels auf, ziehe die Strahlen nach m'', so sind alle Breiten der Öffnung gefunden. Die Längen hierfür entnehme man aus der linken Seite des Aufrisses von m' aus.

Fig. 8, Taf. XXI.

Zwei Kegel schneiden sich in ihren Achsen rechtwinkelig.

Diese Aufgabe ist der vorigen ähnlich und wird auch wie jene gelöst. Man hat ebenfalls auf die konzentrischen Kreise zu achten, diese sind durch die entsprechenden Ordinaten zu schneiden. Diese Schnittpunkte ergeben die Fuge für den Grundriß wie für den Aufriß, links sowohl wie rechts. (Siehe **Fig. 1** und **2**, **Taf. XV**, und wiederhole vorher diese Lösung.)

Schlußbemerkung zu diesem Kapitel.

Hat der junge Konstrukteur diese acht Aufgaben richtig und selbständig gelöst und hat er dabei die Lust zu

weiterem Eindringen in solche geometrische Gestaltungen nicht verloren, so kann er aus jeder der obigen Aufgaben sich noch acht neue bilden, die in manchen Fällen ihm eine Nuß zu knacken geben werden.

Wie bemerkt worden ist, sind hier nur die Durchdringungsöffnungen des einen Mantels für den durchdringenden Körper gegeben worden und diese sollen so sein, daß grobe Undichten bei körperlicher Ausführung nicht entstehen.

Es könnte nun noch die Frage aufgeworfen werden, wo wird der Mantel des durchdrungenen Körpers auf den durchdringenden aufsetzen und welche Kurve wird er auf diesem beschreiben?

Wer Lust und Kraft zur Lösung dieser Frage hat, der möge sie getrost wagen; an Freude über dem Gelungenen wird es ihm nicht fehlen und was er dabei gelernt hat, ist und bleibt sein geistiges Eigentum!

Dreizehntes Kapitel.

Über die Bauglieder.

(Fig. 1 bis 33, Taf. XXII.)

Vorbemerkung. Die vier letzten Tafeln dieses Werkes zielen vorzugsweise darauf hin, die Übung im Freihandzeichnen, dem selbstverständlich eine Konstruktionslehre keine Konzession machen kann, einigermaßen zu fördern und da es sich überall empfiehlt, das Gute mit dem Nützlichen zu verbinden, so sind zu diesem Zwecke die Bauglieder und weiterhin Alphabete gewählt worden. Was die Bauglieder anlangt, so wird wohl kein Zweifel darüber obwalten, daß die Kenntnis derselben nach Namen, Form und soweit es angänglich nach Charakter und

Anwendung derselben nicht von großem Nutzen auch für den Klempner sei, der gerade jetzt vielmehr als in früheren Zeiten mit dem Baugewerbe in die engste Berührung tritt. Es mögen daher diese Tafeln im Unterricht da eingereiht werden, wo es Zeit und Umstände wünschenswert erscheinen lassen.

In der Baukunst gilt als unumstößliche und unveräußerliche Regel, daß überall da, wo durch Auftreten größerer Bauformen oder Flächen eine Eintönigkeit eintritt, diese durch gewisse Bauformen unterbrochen werden muß. Man nennt diese Unterbrechungen Gliederung und die Bauformen, die dazu behilflich sind, die Bauglieder.

Wenn ein größerer Bau weiter nichts zeigt, als eine gerade Frontseite mit geradlinigen Fenstern und Thüren, so leidet dieser an den oben gerügtem Fehler der Eintönigkeit. Beseitigt wird dieser leider in unserer Zeit recht häufig vorkommende Fehler einigermaßen dadurch, daß den Fenstern und Thüren eine bessere Bekleidung gegeben, daß Verdachungen aufgesetzt werden, daß diese, oft auch die Fenster selbst, in den verschiedenen Stockwerken eine andere Form erhalten, daß endlich die Fassade (Frontseite) des Gebäudes in ihrer Flächenausdehnung durch einen Vorbau unterbrochen wird und dergleichen mehr.

Auch in senkrechter Richtung behält man diese Gliederung gern bei und gibt dem Gebäude an seinem Fuße eine breitere Ausladung durch einen Sockel, trennt die verschiedenen Stockwerke durch laufende Gesimse — Gurtgesimse — und schließt endlich das Ganze mit einer Bekrönung ab, das Dachgesims. Nach diesen wichtigen Baugesetzen werden nicht nur größere Gebäude, sondern auch kleinere architektonische Bauwerke, wie Monumente, ja auch die einzelnen Bauteile selbst, wie Säulen, Pilaster u. dergl. konstruiert.

Aber nicht nur im großen an jenen Bauwerken, sondern auch im kleinen lassen sich diese Baugesetze mit Vorteil verwerten z. B. an unseren Geräten.

Eine Flasche, die nur aus senkrechten Seitenwänden und Trichterverschluß besteht, wird niemand für schön ausgeben wollen. Ein besseres Ansehen verleihen ihr schon die konischen Seitenwände, ein noch besseres aber, wenn die konische Wand in eine geschweifte übergeführt und etwa ein Fußgesims oder eine Bekrönung beigegeben wird.

Aus diesen fragmentarischen Notizen mag wohl schon die große Wichtigkeit, welche die Bauglieder für das Baugewerbe, beziehungsweise auch für den Klempner haben, zur Genüge hervorgehen und eine kurze Besprechung derselben rechtfertigen.

Was die Einteilung der Bauglieder anlangt, so könnte man wohl reden von geradlinigen (wie die Platte, das Plättchen) und geschweiften und hat dabei nur ihre äußere Form ins Auge gefaßt.

Sachlich richtiger ist es aber, die Bauglieder nach dem Orte ihres Vorkommens und nachdem sich hiernach richtenden Charakter derselben einzuteilen. Sonach redet man von fußbildenden, unterbrechenden oder auch bindenden, von tragenden, von hängenden und von bekrönenden Baugliedern. Es ist jedoch hierorts aus pädagogischen Gründen von letzterer Einteilung Abstand genommen worden, wird aber als nutzenbringende Aufgabe hingestellt, nach geschehener Durcharbeitung sämtliche Glieder noch einmal zu zeichnen und sie nach den eben entwickelten Gesichtspunkten zu ordnen.

Fig. 1, Taf. XXII.

Der hervortretende Teil dieser Zeichnung wird Platte genannt; kommt dieses Glied in kleinerem Maße vor, wie in **Fig. 1 bis 4, Taf. XX**, so nennt man es Plättchen. Es ist die Platte oder das Plättchen das einfachste architektonische Glied und dient zur Unterbrechung größerer Flächen oder zur Verbindung geschweifter Glieder, wie es in mehreren Beispielen des öftern gezeigt werden wird.

Fig. 2, Taf. XXII.

Zwischen unterer und oberer Platte ist hier die Fase, auch Wasserschlag oder Wasserfase genannt, getreten. Sie soll das Ansammeln des Wassers in rechtwinkeligen Kehlen verhüten und wird zu diesem Zwecke an Fußgesimsen, Gurtgesimsen, Verdachungen u. dergl. angewendet.

Fig. 3, Taf. XXII,

zeigt eine Verbindung von Platte, Fase und Plättchen.

Diese drei Glieder wirken, in kleinerem Maße ausgeführt, in schlichter Einfachheit und Anmut.

Fig. 4, Taf. XXII.

Dieses geschweifte Glied, welches in vorliegendem Falle die Kurve eines Viertelkreises erhalten hat, heißt Viertelstab; es sind ihm Platte und Fase untergesetzt worden und nach oben durch ein Plättchen abgeschlossen.

Wegen seines Ausdrucks des Tragens und der Stärke wird der Viertelstab in dieser Gestalt gern zu fußbildenden Elementen verwendet. Doch kommt er auch nicht selten in umgekehrter Stellung als Bekrönung vor.

Fig. 5, Taf. XXII.

Dieses halbkreisförmige Glied heißt Stäbchen. Es gehört zu den bindenden Elementen und ist ein äußerst viel angewendetes, zierliches Glied.

Fig. 6, Taf. XXII.

Dasselbe Glied in größeren Maßverhältnissen heißt Rundstab und trägt immer noch den Charakter der Leichtigkeit und Zierde.

Fig. 7, Taf. XXII,

zeigt, wie Rundstab und Plättchen zu einem trennenden Gliede verbunden werden kann.

Fig. 8, Taf. XXII,

ist ein Dreiviertelstab. Er kommt nur in senkrechter Stellung an rechtwinkeligen Ecken vor, z. B. bei massiven Fenstereinfassungen, Möbeln 2c., deren schwerfällige Masse und Ernst dadurch gemildert werden soll.

Fig. 9, Taf. XXII.

Der sogenannte Spitzstab. Er kommt nur als hängendes Bauglied vor und verbindet Zierde mit einem gewissen Grade von Gemessenheit.

Fig. 10, Taf. XXII.

Der Birnstab. Er ist aus dem Spitzstab hervorgegangen, indem man die Tangenten desselben ausgeschweift und die Spitze abgeplattet hat.

Fig. 11, Taf. XXII.

Dieses Glied nennt man Wulst. Es ist der Ausdruck der Kraft und Stärke und findet daher an solchen Stellen seinen Platz, die größere Partieen zu tragen haben.

Fig. 12, Taf. XXII.

Auch dieses Glied führt obigen Namen, obschon es in seiner Schweifung einen leichteren Charakter angenommen hat. Das Glied unter dem Wulste nennt man Einziehung.

Fig. 13, Taf. XXII.

Dieses Glied wird Hohlkehle genannt. Sie ist aus einem Viertelkreise gebildet, oben durch eine Platte, unten durch ein Plättchen abgeschlossen. Sie eignet sich zu Bekrönungen und drückt Freiheit und Leichtigkeit aus. Aber auch als fußbildendes Glied wird sie gern verwandt, besonders dann, wenn Leichtigkeit und Anmut ausgedrückt werden sollen.

Fig. 14, Taf. XXII.

Diese Hohlkehle wird eine steigende genannt, sie strebt nach oben und schließt das Ganze mit Einfachheit und Würde ab.

Fig. 15, Taf. XXII.

Eine sogenannte Einziehung als bekrönendes Glied. Sie zwingt das Regenwasser, an der scharfen Kante, die sie mit der Fase bildet, abzutropfen, daher wird sie gern als Bekrönung für solche Baulichkeiten gewählt, die im Wetter stehen müssen. Ihr Ausdruck ist der der Hohlkehle: schwungvolle Anmut und Leichtigkeit.

Fig. 16, Taf. XXII.

Eine etwas ernster gehaltene Einziehung mit Wasserschlag, wie sie an Strebepfeilern von in gotischem Baustile ausgeführter Gebäude, wie Kirchen, Dome, öffentliche Gebäude u. dergl. angewendet wird.

Fig. 17, Taf. XXII.

Eine fußbildende Hohlkehle in schlichter Einfachheit.

Fig. 18, Taf. XXII.

Dieselbe noch einmal in Verbindung mit Fase und Plättchen, wodurch sie etwas freier und zierlicher geworden ist.

Fig. 19, Taf. XXII.

Aus der Zusammenstellung zweier Hohlkehlen in entgegengesetzter Richtung, entsteht der Karnies. Dieser mit dem Zirkel konstruierte Karnies hat etwas Gedrungenes und Kräftiges im Ausdruck.

Fig. 20, Taf. XXII.

Ein aus freier Hand dargestellter Karnies, oben und unten durch Plättchen abgeschlossen, hat viel von dem massigen des vorigen verloren, doch zeigt er noch Gedrungen-

heit und Abgeschlossenheit. Dieser, sowie der vorige Karnies, wird seiner Natur wegen gern als abschließende Bekrönung angewendet, nicht allein in Bauwerken, sondern auch gern an Möbeln, bei Stuckarbeiten, an Blechgeräten, Vasen, Vogelbauern u. dergl. und ist daher auf früheren Tafeln schon vielfach nach seinem Vorkommen und in seiner Behandlung vorgeführt worden.

Fig 21, Taf. XXII.

Hier ist der Karnies nicht als selbständiges Glied, sondern als bindendes behandelt worden, daher seine eigentümliche Schweifung. Damit diese zum besseren Ausdruck kommen, ist ihm oben eine Nut, unten eine Fase mit Einziehung zur Abgrenzung gegeben worden.

Fig. 22, Taf. XXII.

Diese Figur stellt den Karnies als Sockelgesims und tragendes Glied dar.

Fig. 23, Taf. XXII.

Ein umgekehrter Karnies ebenfalls als tragendes Glied benutzt.

Fig. 24, Taf. XXII.

Ein umgekehrter Karnies, mit einer Einziehung beginnend, bietet ebenfalls ein gut verwendbares Fußgesims.

Fig. 25 bis 28, Taf. XXII.

Diese Fußgesimse geben eine zweckentsprechende Verbindung aller bisher besprochener Bauglieder unter sich.

Fig. 29, Taf. XXII.

Karnies, Plättchen, Hohlkehle und Stäbchen sind hier zu einem Bekrönungsgesims zusammengestellt worden, der Abschluß nach oben bildet der Wasserschlag.

Fig. 30, Taf. XXII.

Ein mit einfachen Mitteln hergestelltes, aber höchst wirkungsvolles Bekrönungsgesims. Die hier auftretende Platte heißt Hängeplatte und ist unten durch eine Nut abgeschlossen.

Fig. 31, Taf. XXII.

Eine ebenfalls wirkungsvolle Bekrönung. Als neu auftretendes Glied erblicken wir unter der Hängeplatte den sogenannten Fries, eine oben durch eine Kehlleiste, unten durch ein Plättchen oder Doppelplättchen begrenzte, breite Platte.

Fig. 32, Taf. XXII.

An Stelle des Frieses ist in diesem Beispiele die sogenannte Zahnleiste getreten, ein überaus effektvoller architektonischer Schmuck. Die Hängeplatte ist unterschnitten.

Fig. 33, Taf. XXII.

Letztes Beispiel einer Bekrönung in schlichter, stilvoller Profilierung.

Taf. XXIII.

Als weitere Übung im Freihandzeichnen soll, wie schon gesagt worden, das Zeichnen der Alphabete dienen. Nicht selten wird vom Klempner verlangt, Schablonen für Signaturen von Kisten, Säcken u. dergl. anzufertigen, deshalb dürfte es nicht ohne Nutzen sein, die Schriftformen, die sich dazu am besten eignen, hier zu bieten. Die **Tafel XXIII** gibt daher das römische Alphabet in großen und kleinen Buchstaben. Beim Aushauen ist darauf zu achten, daß alle stehen bleibenden Blechteile unter sich zusammenhängend bleiben. Diese Verbindungen müssen immer dahin gelegt werden, wo sie der Deutlichkeit des Buchstabens am wenigsten Eintrag thun. Auch ist darauf zu achten, daß nicht zu große, unverbundene Partieen entstehen, weil an diesen dann das Blech sich beim Gebrauch leicht verbiegt, und die Erzielung einer reinen Schrift unmöglich macht.

Im allgemeinen sei bemerkt, daß alle Grundstriche gleiche Stärke und gleiche Schräge erhalten müssen. Man nimmt gewöhnlich die Stärke des Grundstriches — oft auch etwas mehr — auch als Entfernung der Grundstriche unter sich, wie auch als Entfernung der verschiedenen Buchstaben voneinander an. Als Gesetz gilt ferner, daß die kleinen Buchstaben $^2/_3$ der Länge von den großen Buchstaben erhalten.

Was die Anfertigung solcher Schablonen anlangt, so kann sie so geschehen, daß, wie schon bemerkt, die Buchstaben mit der Reißahle auf das Weißblech vorgezeichnet und dann mit geraden und geschweiften Meißeln ausgehauen werden. Die Feile hat schließlich die Arbeit zu vollenden.

Man kann jedoch auch diese Arbeit von einem chemischen Prozesse vollziehen lassen, indem man anstatt Weißblech, Zinkblech wählt, dieses mit einem dünnen Wachsüberzuge versieht, und die Buchstaben in das Wachs schreibt oder zeichnet. Hat man nun das übrige Wachs entfernt, so begießt man die Schrift mit Salzsäure und läßt diese wirken, bis die Buchstabenschrift durchgebeizt ist.

Taf. XXIV.

Diese Tafel enthält eine Musterkarte von lateinischen Lettern. Auch sie können mit Vorteil zu obigem Zwecke verwendet werden und unterliegen denselben Vorschriften. Für den Klempner bietet diese Schriftform jedoch größere Schwierigkeit in der Ausarbeitung wegen der vielen Haarstriche und großen Schweifung. Hier dürfte die Ätzung am Platze sein.

Taf. XXV

endlich bringt eine Auslese verschiedener Monogramme. Einige von ihnen sind so eingerichtet, daß aus einem Buchstaben leicht ein anderer je nach Bedürfnis gebildet werden kann, und somit möge auch diesem Bedürfnisse des Klempners Befriedigung geschehen sein.

Vierzehntes Kapitel.

Vom Maßstabe.

A. Über den natürlichen Maßstab.

Seit dem Beschlusse des deutschen Reichstages im Jahre 1873 ist die bis dahin unendlich lästige Verschiedenheit, nach welcher jedes deutsche Land, ja Ländchen, sein eigenes, oft nicht wenig abweichendes Maß hatte, glücklicherweise in Wegfall gekommen. Man entschied sich in jenem gesetzgebenden Körper für das Metermaß, welches schon länger in dem Nachbarlande, Frankreich, in Gebrauch war und welches sich bis dahin gut bewährt hatte.

Frankreich war schon früher dieser Frage näher getreten, und hatte in den Jahren 1792 bis 98 zwei seiner Gelehrten, Delambre und Mechain, beauftragt, ein praktisches, unverlierbares aber auch unverfälschliches Längenmaß zu bestimmen. Dieselben maßen mit der größten Sorgfalt den Quadranten des größten Erdkreises — der über Paris geht — aus, teilten ihn in 10 Millionen gleiche Teile, trugen einen solchen auf einen Platinstab auf und nannten diese Maßeinheit: Meter. Das Meter wurde nun als Grundmaß aller Längenausdehnungen in Frankreich eingeführt. Und so sind denn auch wir seit jenem Reichstagsbeschlusse so glücklich, ein für alle deutschen Länder gültiges Längenmaß zu besitzen. Eine Maßeinheit von tausend Metern heißt: Kilometer.

B. Über den verjüngten Maßstab.

Es ist selbstredend, daß der Klempner, wenn er einen Gegenstand zu zeichnen hat, oder wenn er einzelne Teile

eines solchen konstruieren will, daß er eine solche bildliche Darstellung des Objektes nicht immer in natürlicher Größe desselben ausführen kann. Er muß daher die Zeichnung verkleinern. Damit würde aber — außer daß der Zeichner dadurch eine klare Vorstellung von der inneren Struktur des Gegenstandes gewonnen — dem Arbeiter gegenüber noch wenig gewonnen sein, wenn es nicht möglich ist, die gefertigte Zeichnung zu dem wirklichen Gegenstande in eine bestimmte Beziehung hinsichtlich seiner Größe zu setzen. Dies ist aber möglich dadurch, daß man auf der Zeichnung selbst angibt, wievielmal die Zeichnung kleiner als der Gegenstand selbst angefertigt ist. Diese Angabe nennt man das Verhältnis des verjüngten Maßstabes zu der wirklichen Größe und wird in jeder Zeichnung, die einigermaßen Anspruch auf Vollständigkeit machen will, durch Ziffern angegeben, z. B. 1 : 2, wenn die Zeichnung noch einmal so klein, 1 : 4, wenn sie viermal kleiner, 1 : 10, wenn sie zehnmal kleiner angefertigt worden ist u. s. f.

Fig. 34, Taf. XXII.

Gesetzt, man will einen Gegenstand in halber natürlicher Größe anfertigen, so zieht man eine gerade Linie von 50 cm Länge. Diese Linie betrachtet man nun als einen Meter der Zeichnung, teilt sie in 10 oder 100 Teile und hat somit in ersterem Falle die Dezimeter, in letzterem die Zentimeter der Zeichnung gefunden. Ein solcher Maßstab verhält sich zu dem wirklichen wie 1 : 2. Man kann nun mit diesem ebensogut arbeiten als mit dem natürlichen und erhält jeden Teil in halber natürlicher Größe.

Vorliegende Figur stellt ein Stück eines solchen Maßstabes, nämlich 4 dcm dar. Links von dem Grade 0 ist noch 1 dcm aufgetragen und in 10 gleiche Teile geteilt worden; man hat somit die Zentimeter gefunden, ohne daß es nötig war, den ganzen Maßstab in 100 Teile zu bringen. Die steigende Bezifferung ist immer von 0 an gerechnet.

Diese Einrichtung, wie in vorliegendem und in den folgenden Beispielen gegeben, muß jeder verjüngte Maß-

stab besitzen, wenn er irgend Anspruch auf Deutlichkeit und Vollständigkeit erheben will.

Fig. 35, Taf. XXII.

In diesem Falle ist das Verhältnis 1 : 4 zu Grunde gelegt worden; es bedeuten also 1 m der Zeichnung 4 m der natürlichen Größe oder was dasselbe ist: 1 m natürliche Größe geben 4 m der Zeichnung. Was aber von den Metern gilt, gilt auch von den Dezimetern und Zentimetern. 1 dcm natürliche Größe = 4 dcm der Zeichnung; 1 cm der natürlichen Größe = 4 cm der Zeichnung.

Hält man dieses fest, so ist es leicht, einen verjüngten Maßstab nach jedem gegebenen Verhältnisse herzustellen, was man füglich von jedem Zeichner verlangen kann und verlangen muß.

Fig. 36, Taf. XXII.

Hier ist das Verhältnis 1 : 5 gegeben. Ein Meter der Natur ist gleich 5 m der Zeichnung; oder $^1/_5$ des Meterstabes (also 20 cm) = 1 m der Zeichnung. Nimm also 20 cm, teile diese Linie in 10 Teile und einen davon wieder in 10 Teile, so sind die Dezimeter und Zentimeter für die Zeichnung gefunden.

Fig. 37, Taf. XXII.

Das Verhältnis 1 : 10 ist sehr leicht ausgeführt. Nimm $^1/_{10}$ m = 1 dcm und betrachte dieses Maß als Metereinheit für die Zeichnung. Teile einen solchen Dezimeter in 10 Teile um die Dezimeter, und einen so gefundenen Dezimeter in 10 Teile, um die Zentimeter des verjüngten Maßstabes zu gewinnen.

Fig. 38, Taf. XXII.

Das Verhältnis 1 : 20 zeigt wegen der Kleinheit die Zentimeter der Zeichnung nicht mehr an, sondern nur noch Meter und Dezimeter.

Fig. 39, Taf. XXII.

In dem Verhältnis 1 : 25 kommen 4 cm auf einen Meter der Zeichnung; es können nur noch die Dezimeter angegeben werden.

Fig. 40, Taf. XXII.

Wird das Verhältnis 1 : 50 verlangt, so kommt der 50. Teil eines Meters = 2 cm als Metereinheit in den verjüngten Maßstab.

Fig. 41, Taf. XXII.

Als letztes Verhältnis ist das 1 : 100 gewählt, in welchem dann jeder Zentimeter = 1 m verjüngter Maßstab ist. Es ist jedoch dieser Maßstab für unsere Aufgaben kaum noch zu verwenden, weil die Zeichnung alsdann für den Gebrauch in der Werkstatt kaum noch einige Sicherheit bietet. Ist man aber trotzdem genötigt, einen solchen zu Grunde zu legen, so thut man wohl, wichtigere Teile der Zeichnung noch einmal nach einem größeren Maßstabe zu zeichnen; man nennt alsdann eine solche größere Darstellung Detailzeichnung.

Ein sehr praktisches Verhältnis ist das 1 : 10, weil man alsdann mit dem Metermaße in der Hand aus der Zeichnung selbst die natürliche Größe jedes Gliedes ohne Übertragung mit dem Zirkel ablesen kann, man braucht nur statt Dezimeter: Meter, statt Zentimeter: Dezimeter und anstatt Millimeter: Zentimeter zu lesen.

Fünfzehntes Kapitel.

Erster Abschnitt.

Über Flächenberechnung.

Was in vorstehendem gesagt worden ist, dient nur dazu, um Längenausdehnungen oder kurz: Linien zu messen; es hat daher dasselbe auch den Namen „Längenmaß“ erhalten.

Da es sich aber in diesem Kapitel darum handelt, den Rauminhalt von Flächen zu ermitteln, so ist das vorige, das Längenmaß, für vorliegenden Zweck nicht mehr ausreichend, wir müssen das „Flächenmaß“ kennen lernen.

Wie dem Längenmaße immer eine Linie, so liegt dem Flächenmaße immer eine Fläche zu Grunde und zwar stets das Quadrat. Hat ein Quadrat 1 cm lange Seiten, so nennt man dieses einen „Quadratzentimeter“ (geschrieben 1 qcm). Sind die Seiten einen Dezimeter lang, so ist das Quadrat ein Quadratdezimeter (1 qdcm). Selbstverständlich ist dann ein Quadratmeter eine solche quadratische Fläche, deren Seitenkanten ein Meter lang sind. Was ist demnach ein Quadratmillimeter?

Will man daher eine Fläche nach ihrem Flächeninhalt berechnen, so braucht man nur zu untersuchen, wie oft ein solches Quadrat in ihr enthalten ist. Ich finde dieses, wenn ich die Grundlinie der zu berechnenden Fläche mit ihrer Höhe multipliziere (merke die Formel Gr $\times$ H d. h. Grund mal Höhe) und mit dem oben erwähnten Quadratmaße in das gefundene Resultat dividiere.

1) Das Quadrat abcd **Fig. 1, Taf. V**, hat z. B. 16 mm Grund- also auch 16 mm Höhenkante. Die Formel heißt: Gr $\times$ H, also $16 \cdot 16 = 256$. Diese

Fläche enthält also 256 qmm. Da 100 qmm = 1 qcm sind, so brauche ich nur mit 100 in 256 zu teilen und finde somit die Anzahl der Quadratzentimeter, also 100 : 256 = 2 qcm und 56 qmm oder 2,56 qcm.

Würde mir nun die Aufgabe gestellt, den in obiger Figur konstruierten Mantel zu berechnen, so brauche ich nur, da er aus sechs solcher Quadraten besteht, das Produkt sechsmal zu nehmen, also 2,56 × 6 = 15,36 qcm Oberfläche.

2) **Berechnung der Oberfläche des Prismas, Fig. 2, Taf. V.**

Auf Grund der in voriger Figur entwickelten Formel, wird auch diese Aufgabe gelöst. Grundkante 16 mm, Höhe 32 mm, gibt (Gr × H) 16 · 32 = 512 qmm. Solcher Rechtecke aber hat dieses Prisma nach Ausweis des Grundrisses vier, gibt also 4 · 16 · 32 = 2048 qmm. Somit haben wir aber erst den Flächeninhalt der Seitenflächen des Körpers gefunden, zu welchem noch der Inhalt der Bodenfläche und der Deckfläche (also zweier Quadrate) kommt, gibt 2 · 16 · 16 = 512 qmm. Diese zur Seitenfläche addiert gibt 2048 +
512
2560 qmm = 25,60 qcm.

Wäre dieser Körper nach dem verjüngten Maßstabe gezeichnet worden und es hätte das Verhältnis 1 : 10 zu Grunde gelegen, so würde die Breite und Höhe desselben in Wirklichkeit zehnmal größer, sein Oberflächeninhalt aber 100 mal größer sein, also 2560 qmm × 100 = 256000 qmm = 2560 qcm = 25,60 qdcm = 0,2560 qm.

3) **Berechnung der Oberfläche des Cylinders, Fig. 5, Taf. V.**

Ein Cylinder wird von einem Rechteck als Seitenfläche und zwei Kreisflächen begrenzt.

Das Rechteck mißt 59 mm in der Grundlinie und 53 mm in der Höhe, gibt also nach der bekannten Formel 59 · 53 = 3127 qmm. Hierzu kommt nun noch

der Quadratinhalt der beiden Kreisflächen. Die Berechnung dieser siehe weiter unten.

4) Berechnung des Dreiecks.

Bei der Behandlung des Dreiecks, **Fig. 22, Taf. I**, ist gesagt worden, daß ein Dreieck immer die Hälfte sei von dem Vierecke, welches mit ihm gleiche Grundlinie und gleiche Höhe hat. Somit ist der Flächeninhalt eines Dreiecks ebenso leicht, wie der eines Vierecks gefunden, denn es heißt die Formel: Grund mal Höhe geteilt durch 2 $\left(\frac{Gr \cdot H}{2}\right)$.

Die Höhe des Dreiecks, d. h. der senkrechte Abstand der Spitze c von der Grundlinie a b, **Fig. 22, Taf. I**, beträgt 33 mm; die Grundlinie 28 mm, gibt

$$\frac{33 \cdot 28}{2} = 33 \cdot 14 = 462 \text{ qmm} = 4{,}62 \text{ qcm}.$$

Aufgabe. Berechne hiernach den Quadratinhalt der Dreiecke 17 bis 20 dieser Tafel.

5) Berechnung der Oberfläche einer Pyramide, **Fig. 3, Taf. V**.

Ihre Oberfläche besteht aus vier Dreiecken und einem Quadrate. Die Höhe einer Seitenfläche = 45; die Grundlinie 19,5 mm, gibt $\frac{45 \cdot 19{,}5}{2} = \frac{877{,}5}{2}$; dies für vier Seitenflächen $\frac{45 \cdot 19{,}5 \cdot 4}{2} = \frac{3510{,}0}{2} = 1755{,}0$ qmm.

Die quadratische Grundfläche: $19{,}5 \cdot 19{,}5 = 380{,}25$ qmm.

Die Gesamtoberfläche der Pyramide also 1755,00 mm
380,25 „
2135,25 qmm.

6) Die Oberfläche des Pyramidenstumpfes, **Fig. 4, Taf. V**.

Bei abgestumpften Körpern berechnet man zuerst den Inhalt der Seitenfläche des vollständigen Körpers, so-

dann den der Ergänzungsspitze zuletzt, zieht man das letzte Ergebnis von dem ersten ab. Gibt also für den vorliegenden Fall folgendes Exempel.

Höhe: 46, Grundkante 20 mm:

$$\frac{46 \cdot 20 \cdot 4}{2} = 46 \cdot 20 \cdot 2 = 1840 \text{ qmm.}$$

Die Ergänzungsspitze hat Höhe: 27, Grundlinie 12 mm, gibt $\frac{27 \cdot 12 \cdot 4}{2} = 27 \cdot 12 \cdot 2 = 648$ qmm. Dies von ersterem Resultate abgezogen gibt als Mantelfläche

		1840 qmm
		648
		1192 qmm
Hierzu die Grundfläche	= 20 = 20	400
„ „ Deckfläche	= 12 = 12	144
		1736 qmm = 17,36 qcm.

Aufgabe. 1) Berechne hiernach die Oberfläche der dreiseitigen Pyramide, **Fig. 9, Taf. V.**

2) Desgleichen die der Pyramide, **Fig. 8, Taf. V.**

3) Die Oberfläche der abgestumpften Pyramide derselben Figur.

Anmerkung. Die Grund- und Deckfläche der letzten Aufgabe besteht je aus sechs Dreiecken; berechne also für jede dieser sechseckigen Flächen je ein Dreieck aus $\frac{Gr \cdot H}{2}$ und nimm dies Produkt sechsmal.

7) Berechnung des archimedischen Körpers nach seiner Oberfläche, **Fig. 10, Taf. V.**

a) Kommt es bei diesem Exempel auf eine genaue Feststellung der sichtbaren Oberfläche an, so muß der Mantel zu je einer dreiseitigen (Figur B) und einer vierseitigen (Figur C) berechnet werden und erstes Produkt mit der Anzahl derselben, nämlich 8, letzteres aber mit 18 multipliziert und zuletzt beide Posten addiert werden. Also

1) Dreiseitige Pyramiden: Höhe 33, Grund 14 mm, gibt $\frac{3 \cdot 33 \cdot 14 \cdot 8}{2} = 5544$ qmm.

2) vierseitige Pyramiden: Höhe 33, Grund 14 mm, gibt $\frac{4 \cdot 33 \cdot 14 \cdot 18}{2} = \frac{16632}{22176}$ qmm.

b) Es ist aber zu diesem Körper noch ein Kern nötig, der nach Angabe der Figur A aus 18 Quadraten und 8 gleichseitigen Dreiecken besteht; es müssen also auch diese Flächen in Ansatz gebracht werden. Also

$$18 \cdot 12 \cdot 12 = 2592 + \frac{8 \cdot 12 \cdot 10}{2} = 480 \text{ qmm, gibt}$$

Summasummarum

1)	Oberfläche der dreiseitigen Pyramiden	5544 qmm
2)	„ „ vierseitigen „	22176 „
3)	„ des Kernes (2592 + 480) =	3072 „
		30792 qmm =

307,92 qcm.

c) Mit der unter b gegebenen Berechnung wird sich jedoch der Klempner in den meisten Fällen nicht einverstanden erklären können, da bei der eigentümlichen Gestaltung des Netzes (Figur A) sehr viel Metall in den Abfall geschnitten werden muß. Er wird daher das Netz des Kernes als Parallelogramm berechnen und die ganze Längenausdehnung (101 mm) als Grundlinie, die Höhe (88) als Höhe nehmen, woraus sich $101 \cdot 88 = 8880$ qmm ergibt. Es ist ihm dann ein Leichtes, das in den vier Ecken liegende noch verwendbare Material zurück und dem Besteller zu gute rechnen zu können.

8) Die Berechnung der Zinkeinsätze, **Taf. VI, Fig. 1 bis 4**, wird der Klempner in der Praxis stets nach den unter 6 c soeben entwickelten Gesichtspunkten vollziehen.

Nur in Beziehung auf die Berechnung eines Trapezes, **Fig. 5 und 6, Taf. VI**, werde hier bemerkt, daß die lange Kante c b zur kurzen a d addiert und das Produkt durch 2 geteilt wird, bevor man zur Formel Gr × H

schreitet. Also c b = 50, a d = 34 mm; $\frac{50 + 34}{2} = \frac{84}{2} = 42$ mm Breite. Die Höhe ist 37 mm, gibt 42 · 37 = 1554 qmm für eine Seitenfläche, für vier Seiten 1554 · 4 = 6216 qmm. Hierzu der Boden 34 · 34 = 1156

gibt 7372 qmm = 73,72 qcm.

Aufgabe. Berechne hiernach **Fig. 6, Taf. VI,** und ebenso die Zwickel c', d', e', f'!

9) Berechnung des Zinkdaches, **Fig. 4, Tafel VII.**

Die Vorderfläche ist ein Dreieck von 65 mm Grund und 40 mm Höhe, gibt also $\frac{Gr \cdot H}{2} = \frac{65 \cdot 40}{2} = 1300$ qmm.

Die zwei Seitenflächen sind Trapeze von gleicher Größe. Die Unterkante beträgt 44, die Oberkante 12 mm, gibt nach der unter Nr. 7 gegebenen Anleitung $\frac{44 + 12}{2} = \frac{56}{2} = 28$ mm mittlere Grundkante. Die Höhe ist dieselbe wie beim Dreieck = 40 mm. Gibt 28 · 40 = 1120 qmm für eine Seitenfläche, für beide also 2 · 1120 = 2240 qmm.
Dazu die dreieckige Vorderfläche 1300 „

gibt SS. 3540 qmm.

Wäre nun in gleicher Weise diese Zeichnung in dem verjüngten Maßstabe 1 : 10 gezeichnet worden, so würde für den Flächeninhalt ein 100 mal größeres Produkt für die Wirklichkeit herausgekommen sein, also 3540 qcm = 35,40 qdcm.

Aufgabe. a) Berechne das Zinkdach, **Fig. 4, Tafel VII,** nach dem gleichen Verfahren wie **Fig. 3, Taf. VII.**

b) Berechne desgleichen das achteckige Zinkdach der **Fig. 6, Taf. VII.**

Anmerkung. Die Berechnung der Wetterbleche in den **Fig. 13, Taf. VI,** und **Fig. 1** und **2, Taf. VII,** verein-

fachen sich insofern, als die Schnitte der einzelnen Teile, wenn sie umgewendet werden, ineinander passen und daher aus Länge und Breite oder nach der Formel Gr × H berechnet werden können.

10) **Die Berechnung des Rauchfanges, Fig. 7, Taf. VII.**

Beide Teile I′ und II′ können nach der unter Nr. 7 gegebenen Anweisung, nach welcher man das arithmetische Mittel der beiden Längenkanten sucht und aus der Höhe berechnet werden.

Man kann sie jedoch auch wie folgt berechnen:

Man ergänzt beide Trapeze durch Verlängerung der beiden Seiten zu Dreiecken. Es enthält alsdann

Teil I′ 48 mm Höhe; 24 mm Grundlinie

Teil II′ 36 mm Höhe; 38 mm Grundlinie. Gibt demnach für

Teil I′ $\frac{48 \cdot 24}{2} = 576$ qmm und für

Teil II′ $\frac{36 \cdot 38}{2} = 684$ qmm; für beide Seitenflächen

zusammen: 1260 qmm

Es sind aber hiervon wieder in Abzug zu bringen die Dreiecke für

Teil I′ Höhe 8 mm, Grund 5 mm $= \frac{8 \cdot 5}{2} = \frac{40}{2} = 20$ qmm

Teil II′ Höhe 5 mm, Grund 6 mm $= \frac{6 \cdot 5}{2} = \frac{30}{2} = 15$ qmm

in Summa 35 qmm.

Dies von dem vorigen 1260 qmm
abgezogen 35 qmm, gibt als Flächeninhalt
1125 qmm.

11) **Berechnung einer Essenbekleidung, Fig. 8, Taf. VII.**

Die Berechnung der beiden Teile II und III bedarf nach dem Vorangegangenen keiner weiteren Erklärung, höchstens des Hinweises, daß, wenn III an II′ angesetzt

wird, beide Teile als ein Parallelogramm berechnet werden können.

Auch für die Seitenteile I′, I′ wird es in der Praxis genügen, durch Gegeneinanderlegen (so daß Winkel r des einen Teiles an b′ des andern zu liegen kommt) sich ein Parallelogramm zu formieren und danach zu berechnen.

Kommt es aber auf eine genaue Berechnung an, so mögen die beiden Kehlbleche f′ für sich und ebenso die beiden Trapeze für sich berechnet werden.

Die Kehlbleche sind lang 47 mm, breit 6 mm; beide geben ein Parallelogramm von 47 mm Höhe und 12 mm Breite, gibt $47 \cdot 12 = 564$ qmm.

Die beiden Trapeze lassen sich durch Gegeneinanderlegen von je einer kurzen an je eine lange Seite ebenfalls zu ein Parallelogramm vereinigen und es zeigt dieses alsdann (6 mm + 21 mm) 27 mm Langseite und 15 mm Breite, gibt $27 \cdot 15 = 305$ qmm. Es haben also beide Teile I′ einen Quadratinhalt von $564 + 305 = 869$ qmm. Dazu die beiden Teile II und III

$(8 + 28) = 36 \quad 15 =$ 540 qmm.

Die ganze Bekleidung zusammen 1409 qmm.

Aufgabe. Berechne hiernach die Essenbekleidung, **Fig. 9, Taf. VII.**

12) Berechnung der Dachlukenumkleidung, **Taf. VIII.**

Die Lösung dieser Aufgaben werden nach dem Bisherigen sich im wesentlichen leicht finden lassen; man suche nur die Formen der Bekleidungen auf einfache Grundformen, z. B. Dreiecke, Parallelogramme, Trapeze zurückzuführen und die Lösung wird keine schwere sein.

13) Berechnung der Kreisfläche.

Gelegentlich der Behandlung der **Fig. 18, Taf. II,** wurde gesagt, daß sich der Durchmesser eines Kreises zu seinem Umfange verhalte wie 7 : 22 und es wurde dieses Verhältnis allen Konstruktionen der Geifen zu Grunde gelegt, weil es zu diesem Zwecke das praktischste war.

Für die hier auftretende Berechnung der Kreisflächen wählt man jedoch gern ein anderes, die sogenannte Lidolphzahl 100 : 314, weil dieses der Wahrheit näher kommt als jenes; doch sei bemerkt, daß auch dieses Verhältnis nicht ganz richtig ist, wie es überhaupt wohl bis heute noch kein ganz richtiges geben wird.

Ist nun der Durchmesser eines Kreises bekannt, so läßt sich mit Hilfe obiger Zahl aus seiner Länge leicht auch der Umfang des Kreises berechnen, denn sie beträgt 314 mal soviel geteilt durch 100.

In **Fig. 18, Taf. II,** beträgt nun der Durchmesser des Kreises 48 mm. Demnach muß die Kreislinie lang sein $\frac{314 \cdot 48}{100} = \frac{15072}{100} = 150{,}72$ mm oder rund 150 mm.

Umgekehrt läßt sich mit Hilfe derselben Verhältniszahl auch der Durchmesser eines Kreises ausrechnen, wenn der Umfang bekannt ist, denn man braucht diesen nur mit 100 zu multiplizieren und das Produkt durch 314 zu teilen.

Dies wenige sei vorausgeschickt, um nun die Kreisfläche selbst zu berechnen.

In **Fig. 18, Taf. II,** ist mittels Konstruktion die Kreisfläche in ein gleichgroßes Dreieck verwandelt worden und es hat dieses Dreieck zu dem Ende die in 22 Teile geteilte Umfangslinie des Kreises zur Grundlinie, den Radius aber zur Höhe erhalten. Auf diese Manipulation stützt sich nun unsere Berechnung. Denn ist in jener **Fig. 18, Taf. II,** das Dreieck so groß als die Kreisfläche, der Flächeninhalt eines Dreiecks aber ein Produkt aus $\frac{Gr \times H}{2}$, so muß die Kreisfläche selbst ebenfalls ein Produkt sein aus $\frac{Gr \times H}{2}$. Die Grundlinie müssen wir aber in diesem Falle Umfang nennen und die Höhe: Radius oder, was dasselbe ist: Strahl. Demnach

lautet die Formel für die Berechnung der Kreisfläche: Umfang mal Strahl geteilt durch 2 $\left(\text{geschrieben: } \frac{U \cdot Str}{2}\right.$ oder $\left.\frac{U \cdot R}{2}\right)$.

Ist also der Durchmesser 48 (**Fig. 18, Taf. II**), so ist der Umfang $\frac{48 \cdot 314}{100}$; der Radius oder Strahl $= \frac{48}{2}$. Die Kreisfläche also $\frac{U \cdot R}{2} = \frac{48 \cdot 314 \cdot 48}{100 \cdot 2 \cdot 2} =$ $1814^2/_5$ qmm.

Aufgabe a. Berechne den Flächeninhalt des Kreises A sowohl als B, **Fig. 19, Taf. II**, und überzeuge dich, ob letzterer noch einmal so groß als ersterer, die Konstruktion also richtig geworden ist.

Aufgabe b. Thue dasselbe mit den Kreisen D und C in der folgenden Figur, um gleichfalls dich von der Richtigkeit deiner Arbeit zu überzeugen.

14) Berechnung eines Cylinders, **Fig. 5, Taf. V.**

Da die Berechnung des Mantels dieses Körpers schon unter Nr. 3 behandelt worden ist, so kann es hier sich nur noch um die beiden Kreisflächen handeln. Ihr Durchmesser ist = 20 mm; gibt für den Umfang $\frac{20 \cdot 314}{100}$; für den Halbmesser $\frac{20}{2}$; für eine Kreisfläche $\frac{20 \cdot 20 \cdot 314}{2 \cdot 100 \cdot 2}$; für beide Kreisflächen $\frac{20 \cdot 20 \cdot 314 \cdot 2}{2 \cdot 100 \cdot 2}$ oder gekürzt: $\frac{20 \cdot 20 \cdot 314}{2 \cdot 100}$; ferner gekürzt $\frac{10 \cdot 314}{5} = \frac{3140}{5} =$ 628 qmm.

Vervollständige somit oben gedachte Aufgabe.

Die Praxis wird jedoch in diesem Falle meist folgendes, kürzere Verfahren anwenden.

Wie jede Kreislinie — Umfang — in einem bestimmten Verhältnis zu ihrem Durchmesser sich befindet (7 : 22 oder 100 : 314; 113 : 355), so auch befindet sich die Kreisfläche in einem bestimmten Verhältnisse zu dem Quadrate des Durchmessers (d. i. das Quadrat, welches den Durchmesser zur Seite hat). Es verhält sich aber die Kreisfläche zum Quadrate seines Durchmessers wie 785 : 1000. Denn ist der Durchmesser 100 mm, so ist der Radius 50. Die Kreisfläche aber $\frac{U \cdot R}{2} =$

$$\frac{100 \cdot 314 \cdot 50}{100 \cdot 2} = 314 \cdot 25 = 7850 \text{ qmm.}$$

Ist der Durchmesser aber 100 mm, so hat das Quadrat dazu Gr $\times$ H $= 100 \cdot 100 = 10000$ qmm. Das Verhältnis der Kreisfläche zum Quadrat also 7850 : 10000 oder 785 : 1000 oder 314 : 400.

Aufgabe. Berechne hiernach diese Aufgabe noch einmal als Quadrat.

15) Berechnung eines Kreisringes, **Fig. 7, Taf. V.**

Es kann diese Aufgabe als Selbstaufgabe für den Rechner betrachtet werden und soll hier nur daran erinnert werden, daß zuerst der Quadratinhalt des großen Kreises mit dem Durchmesser a b, sodann der des kleinen mit dem Durchmesser d e gesucht und schließlich die letzte Zahl von der ersten abgezogen wird.

16) Berechnung eines Kreisausschnittes, **Fig. 6, Taf. V.**

Da der Mantel eines Kegels stets ein Kreisausschnitt ist, so müssen auch die Kreisausschnitte hinsichtlich ihrer Flächenberechnung einer Besprechung unterworfen werden.

Es liegt nahe, zuerst den ganzen Kreis als Fläche zu berechnen und sodann zu untersuchen, was für ein Teil der Ausschnitt von seinem Vollkreise ist. Dies geschieht so.

Mit Hilfe des Transporteurs mißt man den Winkel bei c', der hier 82° enthält. Da der ganze Kreis bekanntlich in 360 Grade geteilt wird, so ist vorliegender Kegelmantel $\frac{82}{360}$ vom Vollkreise. Der Radius desselben mißt 54 mm, gibt für die ganze Kreisfläche $\frac{108 \cdot 314 \cdot 54}{100 \cdot 2}$; für den Ausschnitt aber $\frac{108 \cdot 314 \cdot 54 \cdot 82}{100 \cdot 2 \cdot 360} = \frac{27 \cdot 157 \cdot 3 \cdot 41}{25 \cdot 10}$ $= 2085\ ^{147}/_{250}$ qmm.

Anmerkung. Nach Nr. 13 verhält sich das Durchmesserquadrat zum Kreise wie 1000 : 785 oder 400 : 314. Bilde ich anstatt aus dem Durchmesser ein Quadrat aus dem Radius, so muß letzteres Quadrat viermal kleiner sein als das erstere und es verhält sich demnach das Quadrat des Radius zur Kreisfläche nicht mehr wie 400 : 314, sondern wie 100 : 314, es hat demnach das Radiusquadrat 100 solcher Teile, wie deren die Kreisfläche 314 hat. Es gilt daher für die Berechnung der Kreisfläche folgende Formel $\frac{R \cdot R \cdot 314}{100}$, gibt, auf obiges Exempel angewendet, da der Radius 54 mm beträgt, $\frac{54 \cdot 54 \cdot 314 \cdot 82}{100 \cdot 360} = \frac{27 \cdot 157 \cdot 3 \cdot 41}{50 \cdot 5} = 2085\ ^{147}/_{250}$ qmm, was die Richtigkeit dieser Formel nachweist.

Ist endlich die Bogenlänge eines Kreisausschnittes nach Millimetern, Zentimetern u. s. w. bekannt, so betrachte man diese als Grundlinie eines Dreiecks, den Radius des Kreises als Höhe des Dreiecks und vollziehe die Lösung nach der Formel, die für das Dreieck gegeben worden ist.

Nach dem Bisherigen kann es nicht mehr schwer fallen, den Mantel für den abgestumpften Kegel in **Fig 7, Taf. V**, zu berechnen. Berechne also zuerst den Inhalt des Vollkreises mit dem Radius a' c', alsdann den Kreis-

ausschnitt hiervon; sodann den Inhalt des Vollkreises Radius c' d' und alsdann den Kreisausschnitt hiervon. Endlich ziehe das letzte Produkt vom ersten ab, der Rest ist dann der Flächeninhalt des Mantels für den abgestumpften Kegel.

17) **Die Berechnung der Ellipse, Fig. 17, Taf. II.**

Den Flächeninhalt eines Ovales findet man, wenn man die einzelnen Kreisausschnitte, aus denen es besteht, berechnet, die erhaltenen Posten addiert und schließlich die doppelt berechneten Teile wieder in Abzug bringt.

Die Praxis macht indessen von diesem etwas umständlichen Verfahren keinen Gebrauch, sondern berechnet die Ellipse als ein Parallelogramm, welches die große Achse der Ellipse zur Grundlinie und die kleine zur Höhe hat. Das Produkt wird dann wie bei der Kreisfläche mit 314 multipliziert und das ganze Ergebnis durch 400 dividiert; also $\frac{Gr \times H \times 314}{400}$. Dies gibt für unsere Figur: große Achse 55 mm, kleine 40 mm, also $\frac{55 \cdot 40 \cdot 314}{400}$ $= \frac{11 \cdot 314}{2} = \frac{3454}{2} = 1727$ qmm.

Dasselbe Resultat erhält man, wenn man die halben Achsen miteinander multipliziert, das Produkt 314 mal nimmt und das Ergebnis durch 100 teilt; also $\frac{55 \cdot 20 \cdot 314}{2 \cdot 100}$ $= \frac{11 \cdot 314}{2} = \frac{3454}{2} = 1727$ qmm. Die Begründung für dieses Verfahren ersiehe aus Nr. 15 Anmerkung.

18) **Die Berechnung der Kugelfläche, Fig. 11, Taf. IX.**

Die Berechnung der Oberfläche einer Kugel ist nicht so schwierig, wie man wohl beim ersten Anblick glauben sollte. Denkt man sich auf den größten Kreis einer Kugel einen Cylinder gestellt, der die gleiche Höhe der Kugel

hat, so ist der Mantel des Cylinders an Flächeninhalt gleich der Oberfläche jener Kugel. Es ist also die Oberfläche einer Kugel gleich dem Mantel eines Cylinders, der mit ihr gleiche Weite (oder gleichen Umfang) und gleiche Höhe hat. Es ergibt sich also die Oberfläche aus den beiden Faktoren: Umfang mal Durchmesser (Höhe).

Nehmen wir also an, obige Kugel habe 5 cm Durchmesser, so beträgt ihr Umfang $\frac{5 \cdot 314}{100}$ cm. Dies mal Durchmesser, also $\frac{5 \cdot 5 \cdot 314}{100} = \frac{314}{4} = 78\frac{1}{2}$ qcm.

Zweiter Abschnitt.

Berechnung des Kubikinhaltes eines Körpers.

Wie zum Messen einer Länge oder Linie nur eine Linie — das Meter — zum Ausmessen einer Fläche nur eine Fläche — das Quadrat — dienen kann, so kann auch zur Berechnung eines Körpers nur ein Körper dienen, nämlich der Würfel oder Kubus. Hat ein Würfel 1 cm lange Seitenkanten, so nennt man ihn einen Kubikzentimeter (geschrieben cbcm oder auch ccm). Sind die Seitenkanten 1 dcm lang, so stellt dieser Würfel einen Kubikdezimeter vor (cdcm) [als Hohlgefäß = 1 Liter = 1000 ccm]. Hat ein Würfel endlich Seitenkanten von 1 m Länge, so ist das ein Kubikmeter (cbm = 1000 cdcm = 1000000 ccm), welcher als Hohlgefäß für den Klempner vielfach von Wichtigkeit werden kann, sofern er Hohlgefäße nach bestimmtem Inhalt anzufertigen bekommt. Wielange Seitenkanten hat demnach 1 cbmm?

Will man einen Körper — oder ein Hohlgefäß — nach seinem inneren Rauminhalt, Kubikinhalt, berechnen, so hat man zuerst den Quadratinhalt seiner Grundfläche zu suchen und diesen mit der Höhe des Gegenstandes zu multiplizieren. Legen wir nun wieder diejenigen Gegen-

stände unserer Berechnung zu Grunde, deren Oberfläche wir schon im ersten Abschnitte berechnet haben.

1) Der Würfel, Fig. 1, Taf. V.

Die Seitenkante des Quadrats beträgt 16 mm, die Grundfläche hat also einen Inhalt von 16 · 16 qmm. Der Körper demnach einen Kubikinhalt von 16 · 16 · 16 = 4096 cbmm = 4,096 cbcm.

2) Das Prisma, Fig. 2, Taf. V.

Seitenkante 16 mm; Grundfläche 16 · 16. Diesesmal Höhe = 32 mm, gibt 16 · 16 · 32 = 8192 cbmm = 8,192 cbcm.

Wäre einem Prisma ein Dreieck, Fünfeck, Sechseck u. s. w. zur Grundfläche gegeben, so berechne erst den Flächeninhalt dieser Figur nach Anleitung des ersten Abschnittes und multipliziere ihn mit der senkrechten Höhe desselben.

Schiefwinkelige Prismen werden in gleicher Weise berechnet, nur hat man darauf zu sehen, daß man stets den senkrechten Abstand der Deck- von der Grundfläche und nicht die Höhe der Seitenflächen als Faktor nimmt.

3) Der Cylinder, Fig. 5, Taf. V.

Die Höhe desselben beträgt 59 mm, Durchmesser 20 mm. Gibt für die Grundfläche $\frac{10 \cdot 10 \cdot 314}{10}$, dieses mal Höhe $\frac{10 \cdot 10 \cdot 314 \cdot 59}{100} = 314 \cdot 59 =$ 18526 cbmm = 18,526 cbcm.

4) Die Pyramide, Fig. 3, Taf. V.

Merke. Jede Pyramide ist gleich dem 3. Teile eines Prismas, welches mit ihm gleiche Grundfläche und gleiche Höhe hat. Wir berechnen demnach die Pyramide erst als Prisma aus Grundfläche mal Höhe und dividieren den gefundenen Inhalt durch 3.

Vorstehende Pyramide hat 19,5 mm Grundkante, senkrechter Abstand der Spitze c′ von der Grundfläche = 45 mm.

Dies gibt für die Grundfläche 19,5 · 19,5 Flächeninhalt. Wir rechnen jedoch dieses Exempel noch nicht aus, sondern betrachten diese beiden Faktoren einstweilen als ganze Zahl. Die Höhe ist 45, gibt Kubikinhalt für das Prisma 19,5 · 19,5 · 45 und da die Pyramide der 3. Teil hiervon ist: $\frac{19,5 \cdot 19,5 \cdot 45}{3} = 19,5 \cdot 19,5 \cdot 15 =$ 5703,75 cbmm.

5) Der Pyramidenstumpf, **Fig. 4, Taf. V.**

Es kann diese Aufgabe ohne Anleitung vom Rechner gelöst werden. Berechne zuerst die ganze Pyramide nach Nr. 4, sodann auf demselben Wege die Ergänzung c, d, e und ziehe das letzte Resultat von dem ersten ab.

6) Die sechsseitige Pyramide, **Fig. 8, Taf. V.**

Grundkante = 13 mm; die Höhe eines von den sechs Dreiecken der Grundfläche = 11 mm, gibt für ein Dreieck Flächeninhalt $\frac{13 \cdot 11}{2}$; für sechs Dreiecke also für die ganze Grundfläche $\frac{13 \cdot 11 \cdot 6}{2}$; für das sechsseitige Prisma $\frac{13 \cdot 11 \cdot 6}{2}$ mal Höhe der Pyramide = 53 mm, also $\frac{13 \cdot 11 \cdot 6 \cdot 53}{2}$; und endlich für die Pyramide den 3. Teil hiervon $\frac{13 \cdot 11 \cdot 6 \cdot 53}{2 \cdot 3} = \frac{13 \cdot 11 \cdot 53}{} =$ 7579 cbmm.

Berechne hiernach den Pyramidenstumpf dieser Figur a b d e, indem du den Flächeninhalt des kleinen Sechsecks aufsuchst, diesen mal Höhe der Ergänzung, davon den 3. Teil nimmst und endlich dieses Ergebnis von 7579 abziehst.

7) Der Kegel, **Fig. 6, Taf. V.**

Was von der Pyramide gilt, gilt auch von dem Kegel, denn auch sein Kubikinhalt ist gleich dem 3. Teile eines

Cylinders, welcher mit ihm gleiche Grundfläche und gleiche Höhe hat.

Der Durchmesser a b beträgt 24 mm, die Höhe 53 mm, gibt für die Kreisfläche $\frac{12 \cdot 12 \cdot 314}{100}$, für den Cylinder $\frac{12 \cdot 12 \cdot 314 \cdot 53}{100}$ und endlich für den Kegel $\frac{12 \cdot 12 \cdot 314 \cdot 53}{100 \cdot 3}$ $= \frac{799704}{25} = 7988\,^4/_{25}$ cbmm.

Aufgabe. Berechne hiernach den Kubikinhalt des abgestumpften Kegels **Fig. 7, Taf. V**, nach dem bisherigen Verfahren.

Anmerkung. Da es in der Praxis weniger auf skrupulöse Genauigkeit als vielmehr auf eine kurze, schnelle Lösung ankommt, so sei hier bemerkt, daß der Kegelstumpf **Fig. 7, Taf. V**, auch so berechnet werden kann.

Durchmesser a b = 24 mm, Durchmesser d e = 12 mm, hiervon die arithmetische Mitte $\frac{12 + 24}{2} = 18$ mm. Senkrechte Höhe des Stumpfes 27 mm; berechne nun den Stumpf als einen Cylinder, der 18 mm Durchmesser und 27 mm Höhe hat. Allerdings gibt dieses Verfahren den Körperinhalt etwas zu klein an, es wird jedoch der Unterschied für vorliegenden Fall nicht viel mehr als $^1/_2$ cbmm betragen, und daher auch für größere Gegenstände z. B. Hohlgefäße kaum von Belang sein.

Dasselbe Resultat erhält man, wenn man die Höhe eines konischen Gefäßes halbiert, den Flächeninhalt dieses mittleren Kreises berechnet und das erhaltene Produkt noch mit der ursprünglichen Höhe des Gefäßes multipliziert.

8) Die Kugel, **Fig. 11, Taf. IX.**

Den kubischen Inhalt einer Kugel finde ich, wenn ich ihre Oberfläche als Grundfläche eines Kegels ansehe, der den Radius der Kugel zur Höhe hat. Es ergibt sich also als Formel: Umfläche mal Radius geteilt durch 3;

oder was dasselbe ist: Umfläche mal Durchmesser geteilt durch 6.

Hat also obige Kugel einen Durchmesser von 5 cm, so ist ihre Oberfläche (siehe Nr. 17, Abschnitt 1) $\frac{5 \cdot 5 \cdot 314}{100}$; dieses mal Durchmesser (5) geteilt durch 6, gib $\frac{5 \cdot 5 \cdot 314 \cdot 5}{100 \cdot 6} = \frac{157 \cdot 5}{4 \cdot 6} = 32^{17}/_{24}$ cbcm.

Druck von B. F. Voigt in Weimar.

Schröder, Christian

Klempner-Schule eine systematisch fortschreitende Konstruktionslehre für Blecharbeiter ; enthaltend die wichtigsten Lehrsätze aus der darstellenden Geometrie ...
Bd.: 1,[1]

1882

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11774373-0